

6  
2ej

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"ZARAGOZA"

"ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS  
HIDROBIOLOGICAS CON FINES DE PRODUCCION  
PISCICOLA EN LOS EMBALSES TEMPORALES:  
CANTARRANAS Y CUAUTEPEC DEL MUNICIPIO DE  
ACATLAN EN EL ESTADO DE HIDALGO".

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**B I O L O G O**

**P R E S E N T A N :**

**SALVADOR CEJA MANZO**

**MA. DE JESUS GAZANO MORALES**

UNAM  
FES  
ZARAGOZA



LO HUMANO ES  
DE NUESTRA REFLEXION

ASESOR: BIOL. BERTHA PEÑA MENDOZA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

ABRIL, 1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
Z A R A G O Z A

"ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS HIDROBIOLOGICAS CON FINES DE  
PRODUCCION PISCICOLA EN LOS EMBALSES TEMPORALES: CANTARRANAS Y  
CUAUTEPEC DEL MUNICIPIO DE ACATLAN EN EL ESTADO DE HIDALGO".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A N:

CEJA MANZO SALVADOR  
GAZANO MORALES MARIA DE JESUS

ASESOR: BIOL. BERTHA PENA MENDOZA

MEXICO, D.F.

ABRIL DE 1994

## **DEDICO ESTE TRABAJO**

### **A LA MEMORIA DE MIS PADRES:**

Jorge Gazano Coronel +  
Elvira Morales Prado +

Por haberme dado lo más valioso que tengo ¡La Vida! y enseñarme a luchar por conseguir mis propósitos. Dios los bendiga.

### **A MIS HERMANOS:**

Ma. del Carmen  
Federico Carlos y  
Miguel Angel

Por todo el apoyo, la confianza y la paciencia que me tuvieron. Sobre todo a José Manuel, a quien adoro y espero le sirva de motivación para luchar por conseguir todas las metas que se proponga.

### **A SALVADOR CEJA:**

Mi compañero de siempre, por estar a mi lado en todo momento, por todo el apoyo que me brindó y por todo su amor. Dedicó también este trabajo a su familia, por aceptarme en su casa y hacerme sentir parte de ella

Con todo mi cariño

Mary Gazano

**DEDICO ESTE TRABAJO:**

**A MIS PADRES:**

Juan Felipe Ceja Bautista  
Adela Manzo Inocencio

Por que gracias a su apoyo y confianza alcance una de mis metas más valiosas, la cual les brindo y ofrezco como un eterno agradecimiento por haberme dado la oportunidad de educarme. A mis hermanas y en general a todas aquellas personas que siempre confiaron en mi, Gracias por todo.....GRACIAS A DIOS.

**A MARIA DE JESUS GAZANO:**

Agradezco infinitamente a mi novia Mary, porque sin ella nunca hubiera podido realizar esto, ya que en todo momento me apoyó y me exigió al máximo; por lo tanto, brindo este trabajo a ella por su tenacidad, valor, confianza, respeto y amor. Gracias Mary.

**SALVADOR**

## AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que participaron en la realización de este trabajo:

Principalmente a la directora de tesis Biol. Bertha Peña Mendoza, por darnos todas las facilidades para realizar este trabajo además de ser una excelente asesora y una gran amiga.

A nuestros sinodales Biol. Ernesto Mendoza Vallejo, Biol. Guillermo Blancas Arroyo, M en C. José Luis Gómez Marquez y M. en C. Salvador Hernández Aviles por sus acertados comentarios y sugerencias sobre este trabajo.

A nuestros compañeros Alejandro Córdova Cardenas, Juan Fuentes Valdivia y Guadalupe Salvador López, por su participación en el trabajo de campo.

A los biólogos Gabriel Jaramillo y Antonio por su apoyo en campo, sus comentarios y consejos sobre el tema.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por abrirnos las puertas y formarnos profesionalmente.

A todos los profesores de la F.E.S.-ZARAGOZA, por transmitirnos sus conocimientos y participar en nuestra formación profesional.

A todos nuestros amigos que siempre nos tuvieron confianza y nos brindaron su apoyo incondicional: Alejandro Córdova, Fabiola Urbán, Juan Fuentes, Guadalupe Salvador, Francisco Aviles, Juan Martínez y todos nuestros demás compañeros de la generación 86-90.

GRACIAS

# INDICE

	Página
• INTRODUCCION .....	1
• ANTECEDENTES .....	3
• OBJETIVOS .....	8
• DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	9
• MATERIAL Y METODOS	
1. TRABAJO DE CAMPO .....	12
1.1 MORFOMETRIA .....	13
1.2. PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DEL AGUA .....	13
1.3. TOMA DE MUESTRAS DE PLANCTON .....	14
1.4. TOMA DE MUESTRAS DE PECES .....	14
2. TRABAJO DE LABORATORIO .....	15
2.1. ANALISIS DE PLANCTON .....	15
3. TRABAJO DE GABINETE .....	15
3.1. MORFOMETRIA .....	15

3.2. OBTENCION DE LA DENSIDAD DEL PLANCTON .....	16
3.3. OBTENCION DE LA RELACION PESO-LONGITUD .....	17
3.4. DETERMINACION DE LA EDAD .....	18
3.5. MODELO DE VON BERTALANFFY .....	18
3.6. ANALISIS MULTIVARIADO .....	19
<b>RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
1. MORFOMETRIA .....	21
2. PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS .....	32
3. PLANCTON .....	54
4. CRECIMIENTO (RELACION PESO-LONGITUD) .....	67
5. ECUACION DE VON BERTALANFFY .....	70
6. ANALISIS MULTIVARIADO .....	85
• CONCLUSIONES .....	94
• BIBLIOGRAFIA .....	99

## RESUMEN

Se analizan las características limnológicas de dos pequeños cuerpos de agua, así como su capacidad para la generación de proteína animal para el consumo humano. La investigación se llevó a cabo en los sistemas Cuauhtepic y Cantarranas, localizados en el municipio de Acatlán del Estado de Hidalgo durante el periodo comprendido entre junio de 1990 y abril de 1991.

Ambos sistemas exhiben dos etapas: fase de dilución de julio a septiembre de 1990 y fase de concentración de octubre de 1990 a abril de 1991 con características limnológicas diferenciales caracterizadas principalmente por diferencias en las concentraciones de nutrientes, materia orgánica, sales y gases disueltos. Los valores registrados de alcalinidad, dureza total y por calcio, conductividad y pH, se encuentran dentro del intervalo necesario para el crecimiento óptimo de ciprinidos.

La comunidad planctónica de los sistemas está integrada por las especies más comunes de los cuerpos de aguas epicontinentales de México: cianofíceas, clorofíceas, diatomeas, euglenofíceas, pirrofíceas, rotíferos, cladóceros y copépodos y sus densidades ubican a los sistemas como moderadamente eutróficos.

El tipo de crecimiento que presentaron la carpa común (*Cyprinus carpio communis*) y la carpa barrigona (*Cyprinus carpio rubrofuscus*) en ambos sistemas, fue alométrico negativo y de acuerdo al valor de las  $L_0$  obtenidas teóricamente, el crecimiento se vió más favorecido en el sistema Cantarranas. También se realizó un análisis de Factor donde las variaciones del volumen y la temperatura, resultan ser las variables más importantes en la determinación del comportamiento de los sistemas.

En términos generales y de acuerdo al análisis de las características limnológicas; los sistemas Cuauhtepic y Cantarranas se consideran como óptimos para la producción de ciprinidos.

## I N T R O D U C C I O N

La piscicultura es una zootecnia que tiene como fin principal cultivar peces para su consumo. Este tipo de cultivo, proporciona buenos rendimientos de protelna animal, y a bajo costo, además de haber demostrado ser un método práctico y rentable para producir alimento y mejorar las condiciones nutricionales y de ingreso de los habitantes del campo, ofrece mayores posibilidades de empleo y proporciona un mejor uso y conservación del recurso tierra-agua e propicia nuevas formas de participación comunitaria.

El interés por la piscicultura ha crecido rápidamente en México. Tuvo sus inicios como en muchos países del mundo, con la explotación de poblaciones silvestres de peces de lagos y rios. En la última década, la piscicultura mexicana ha recibido gran impulso que ha permitido disponer de una infraestructura suficiente para superar la etapa de extensionismo o repoblación que se ha venido practicando desde hace un siglo. Los términos antes poco familiares relativos a esta disciplina han empezado a formar parte del vocabulario cotidiano. Las asociaciones que provocan las palabras como siembra, cultivo y cosecha de peces indican que el campesino identifica estos últimos como animales de granja y que su cultivo se ha convertido en una actividad complementaria de la producción agropecuaria. (Sria. de Pesca, 1986). Lo anterior, aunado a la posibilidad de combinar las actividades agrícolas y piscícolas, es decir, integrar el cultivo de los peces a la crianza tradicional del ganado y a los cultivos de tipo frutícola y hortícola, hará que el campesino enfrente con facilidad los aspectos cíclico-temporales del agro mexicano.

Actualmente y debido a la gran diversidad climática del país, podemos cultivar múltiples especies de peces, considerando también la abundancia de cuerpos de agua existentes en nuestro país, con características hidrobiológicas necesarias para las diferentes especies. De acuerdo al Inventario Nacional de Cuerpos

de Agua Epicontinentales elaborado en 1979 por la Dirección General de Acuacultura del Departamento de Pesca (Cadena, et. al, citado en Arredondo y Ponce, 1986); existen 11,992 pequeños embalses, cuya área superficial fluctua entre 1 y 10 hectáreas que cubren aproximadamente 31,534 hectáreas en total y representan el 3.27% de la superficie inundada de aguas epicontinentales lénticas. El Gobierno Mexicano, a través de la Secretaría de Pesca ha utilizado estos pequeños cuerpos de agua para producción de peces por medio de programas de extensionismo a nivel nacional.

La construcción de bordoós, represas y jagüeyes es una práctica común entre los campesinos, con la finalidad de almacenar agua para riego y servir como abrevadero para el ganado. El uso de estos sistemas acuáticos puede verse incrementado con el cultivo de peces, posibilitando así, el aprovechamiento integral de dichos sistemas y constituyendo un elemento importante para la dieta de la población rural mexicana, aunado esto con la diversidad climática de México se traduce en una gama amplia de alternativas para la piscicultura (Arredondo y García, 1982).

Los antecedentes nacionales indican que la mayoría de estos cuerpos de agua, que han servido como suministradores de peces para el consumo local, no llevan un estricto control de las poblaciones en cultivo y muchos de los resultados obtenidos no han sido publicados y se encuentran en informes o archivos, razón por la cual se pretende contribuir con este trabajo para el conocimiento de las propiedades de estos sistemas, así como de la capacidad de los mismos en el desarrollo y sostenimiento de poblaciones piscícolas.

## ANTECEDENTES

El desarrollo de la piscicultura en México, históricamente parte de la época prehispánica, cuando algunas especies de peces eran cultivadas en forma rudimentaria en la Gran Tenochtitlan. A la llegada de los españoles, esta tradición quedó interrumpida y no fué sino hasta 1884, cuando Esteban Chazari escribió el primer tratado de piscicultura; a partir de esa época se reinició una actividad que había quedado relegada al olvido (Arredondo, 1986).

A pesar de que ha transcurrido un siglo de esfuerzos e intentos desde que se publicó en nuestro país el primer texto relacionado con ésta actividad, por diversas razones aún no se ha materializado en unidades de producción a escala industrial, sin embargo, los avances registrados en los últimos años se han caracterizado por el establecimiento de unidades de producción a escala comunal o familiar, que favorece a numerosas localidades, rurales de México (Juárez, 1987).

A partir de 1950 se desarrollan trabajos de piscicultura de repoblación o de siembra con una orientación de beneficio social, es decir, en embalses temporales que por lo general han sido bien estudiados en el mundo, en términos de su composición de especies, con especial atención en la adaptación de organismos a los periodos de estiaje y de inundación ( Murray, 1911; Mozley, 1932; Kenk, 1949; Rzoska, 1961; Moore y Burn, 1968; Cox y Young, 1974; Bishop, 1974 citados en Cole y Fisher, 1978 ). Sin embargo, poco se ha hecho para investigar la dinámica hidrológica de estos embalses temporales.

La piscicultura nacional, se basa fundamentalmente en el manejo de especies importadas de otros países, como es el caso de las carpas y tilapias. La Comisión para el Fomento de la Piscicultura Rural, que dependía de la Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, y que a su vez, era una unidad

administrativa de la Secretaría de Marina, llevó adelante programas donde se aprovecharon las crias de carpa espejo (*Cyprinus carpio specularis*) que se habían obtenido de los ejemplares introducidos a México en 1936 (Obregón, 1961, citado en Juárez, 1987).

A partir de 1958 adquieren importancia los trabajos desarrollados por el Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras, dentro del cual se establece una sección de piscicultura, y años más tarde, se crea un Departamento de Propagación y Cultivo de Peces. En esta unidad se plantea la necesidad de lograr el uso óptimo de los ecosistemas dulceacuicolas, con énfasis sobre el empleo de especies destinadas a ocupar nichos ecológicos no utilizados por las especies nativas.

En 1972 se desarrolla el Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna Acuática (F.I.D.E.F.A.) mismo que en 4 años de operación administró 18 centros de reproducción generando una producción total de 90'116.320 crias de diferentes especies de peces, que fueron destinadas a trabajos de repoblación y siembra de cuerpos de agua en diversos Estados del País. Colateralmente FIDEFA levantó el primer inventario nacional de cuerpos de agua epicontinentales y en ese registro detecta una superficie de 865,000 has. (Depes, 1977 citado en Juárez op. cit.) De esta forma se obtiene por primera vez el registro del número y tamaño de los cuerpos de agua dulce por entidad federativa que constituyen un recurso utilizable, y además en dicho inventario se establecen proyecciones del rendimiento potencial piscícola que puede lograrse mediante cultivos extensivos.

Paralelamente en esta etapa se efectúan los primeros intentos por avanzar hacia la acuicultura intensiva a través de cultivos controlados en jaulas y corrales que se instalan en el lago de Pátzcuaro, Michoacán (Rosas, 1979).

De 1960 a 1980 México ha tratado de llevar a cabo productiva piscicultura china con diferentes especies de carpas: herbívora (*Ctecnopharygodon idellus*), espejo (*Cyprinus carpio specularis*), común (*Cyprinus carpio cummis*), con ellas se ha realizado con gran éxito el productivo policultivo ciprínicola (Rosas, 1973).

México ofrece muchas ventajas para el cultivo de peces, una de ellas es sin duda su clima. En casi 2 millones de km<sup>2</sup> se encuentran regiones muy variadas como las desérticas, tropicales, templadas, alpinas y mediterráneas, a lo cual se une la complicada orografía del país, origina una variedad climática muy grande. Es muy importante mencionar que la temperatura de las aguas en México queda cerca de lo óptimo durante todo el año. Así, se puede contar con doce meses de crecimiento de los peces, mientras que otros países con clima continental cuentan solamente con 6 meses o menos. (Secretaría de Pesca, 1986).

Por ello, se han realizado trabajos sobre embalses de temporal tales como los de Cortéz (1976), García (1977), Pillado (1982), Tellez y Motte (1982), Ponce y Robledo (1982), Arredondo y García (1982), Castrejón (1982), Viveros (1982), Arredondo (1982), Ponce (1983), que tratan principalmente aspectos físicos, químicos y biológicos, además de los rendimientos pesqueros ( Piña, 1975; Rosas, 1976; Porras, 1981, 1984; Ponce y Arredondo, 1986 ).

Actualmente las Universidades de los Estados de Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Edo. de México y Puebla, así como la Universidad Nacional Autónoma de México se han preocupado por promover el estudio de estos embalses a nivel nacional, a fin de aumentar el aprovechamiento de los mismos e incrementar el aspecto alimenticio y económico del país.

Para la utilización, aprovechamiento y explotación de charcos temporales y permanentes, con fines piscícolas, es

importante tomar en cuenta las condiciones hidrobiológicas de dichos reservorios y se requiere de un programa básico de calendarización de siembra y cosecha de peces que se establezca en el seno de las comunidades (Castrejón, 1984).

Actualmente es de considerarse el incremento que tienen las actividades acuiculturales en los estados de Morelos, Hidalgo, Tlaxcala, Zacatecas y el Edo. de Mexico. ( Ponce y Robledo, 1982; Porras, 1984; Castrejón, 1984; Ponce y Arredondo, 1986; Hernández, 1990; Hernández y Peña, 1992; Arredondo y Flores, 1992 ). Estas investigaciones discuten las relaciones físicas, químicas y biológicas en embalses permanentes y semipermanentes, estableciendo ciertas alternativas y estrategias para el desarrollo de la piscicultura.

## **O B J E T I V O S**

### **Objetivo General:**

Analizar las características físicas, químicas y biológicas de los embalses "Cantarranas" y "Cuauhtepec" en el Edo. de Hidalgo y determinar con esto, la capacidad de los mismos para el mantenimiento, desarrollo y explotación de especies icticas.

### **Objetivos Particulares:**

- Determinar los parámetros morfométricos de los sistemas Cantarranas y Cuauhtepec a lo largo de un ciclo anual.
- Evaluar la calidad del agua a través de los parámetros físicos ( temperatura, transparencia, conductividad ) y químicas ( Oxígeno disuelto, alcalinidad, Bióxido de Carbono Libre, dureza total y al calcio y pH).
- Analizar cualitativa y cuantitativamente el plancton de los sistemas, identificando el fitoplancton a nivel de división y el zooplancton a nivel de grupo, además de determinar densidad absoluta de este en los dos sistemas.
- Determinar el crecimiento de las diferentes especies icticas presentes en cada uno de los sistemas a través de: la relación Peso - Longitud; y el modelo de Von Bertalanffy.
- Establecer la relación entre las variables determinadas ( físicas, químicas y biológicas ) y la influencia de éstas en el crecimiento de los peces.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El Municipio de Acatlán se ubica geográficamente entre los 20°00' y 25°20' de latitud norte y 98°20' y 98°30' de longitud oeste, a una altitud de 2446 m.s.n.m. Su nombre deriva de las raíces nahuatlís ACATL: caña y LAN: junto a; que quiere decir "Junto a las Cañas o Cañaveral". (Programa de Gobierno 1981-1987).

Colinda al Norte con el estado de Veracruz y Metepec; al Sur con Tulancingo y Singuilucan; al Este con Metepec y Tulancingo y al Oeste con Huasca de Ocampo. Sus principales comunidades son: San Dionicio, 18 de Marzo, Alcholoya y Loma Larga. (INEGI, 1991).

El acceso a este Municipio es por la carretera Pachuca-Tampico vía Tuxpan, desviándose en el Km.45.

### - HIDROGRAFIA:

Su principal aporte de agua lo recibe del río San Lorenzo que cruza el municipio, desembocando en la laguna Supitlán y en la presa del mismo municipio. Además de contar con cerca de 60 pequeños cuerpos de agua que se utilizan como abrevaderos y depósitos para riego. (Programa de Gobierno, idem )

### - CLIMA:

Este Municipio tiene un clima semiseco-templado (BS: kw), con una temperatura media anual de 14°C y una precipitación media anual de 600 mm. (INEGI, 1991).

**- USO DEL SUELO:**

El suelo de origen Mezozoico, de color castaño y profundo de aluvion, rico en materia orgánica y nutrientes, su uso es principalmente agrícola, la tenencia de la tierra es ejidal (SEP, 1989).

**- FLORA Y FAUNA:**

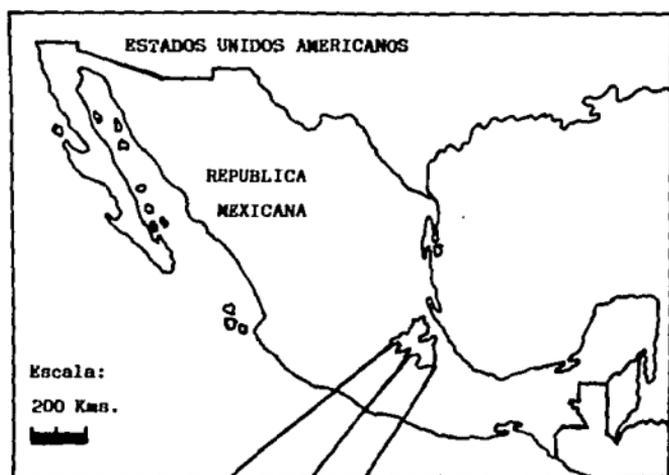
Su vegetación se constituye principalmente de matorrales y plantas adaptadas a zonas desérticas. La fauna está compuesta por conejo, tlacuache, patos y coyote principalmente.

**- ACTIVIDADES HUMANAS:**

Sus principales actividades son: Agricultura de granos y forraje; Ganadería de leche y carne; Avicultura de pastura y engorda de pavos; Apicultura a baja escala además de la Industria procesadora de lácteos y caolin. (Programa de Gobierno, op. cit.).

FIGURA I

(Ubicación geográfica  
del municipio Acatlán)



ESCALA:  
0 10 20 40 Kms

A scale bar for the regional map showing 0, 10, 20, and 40 kilometers.



## MATERIAL Y METODOS

El proceso metodológico constó de 3 fases:

- 1.- Trabajo de Campo
- 2.- Trabajo de Laboratorio
- 3.- Trabajo de Gabinete

### 1. TRABAJO DE CAMPO

Esta etapa se realizó en la localidad de Alcholoja ubicada en el Municipio de Acatlán del Estado de Hidalgo (Figura 1). Se realizaron 10 salidas durante el período comprendido de junio de 1990 a abril de 1991.

Primero se ubicaron dos estaciones de monitoreo en cada uno de los embalses, considerando para ello, algunas características como:

- a). La forma de la cubeta (área superficial, profundidad y contorno).
- b). Afluentes y Efluentes
- c). Distribución de macrofitas
- d). Accesibilidad
- e). Pedregosidad

Se describieron algunos factores físicos y meteorológicos que afectan al ambiente acuático como son: temperatura ambiental, nubosidad, dirección de los vientos, transparencia del agua, etc.; además de anotar la fecha y hora de la toma de muestras.

La temperatura se determinó con un termómetro de  $-10$  a  $150^{\circ}\text{C}$  y precisión de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ; la transparencia del agua por medio del disco de Secchi de aproximadamente 20cm. de diámetro.

Posteriormente se registraron los siguientes parámetros.

### 1.1 Morfometría

Para obtener la forma de cada cuerpo de agua se midió el perímetro con una cuerda marcada cada 10m y la orientación se tomó con una brújula marca Branton usando como referencia los puntos inicial y final de cada transecto; se anotó también el rumbo y la distancia de los mismos (Welch, 1952).

### 1.2. Parámetros físicos y químicos del agua

Para la obtención de muestras de agua a nivel superficial (0 m.) y fondo ( $Z_{\text{max.}}$ ), se utilizó una botella Van Dorn horizontal de 3 litros de capacidad y se registró "in situ" la temperatura del agua con termómetro de  $-10$  a  $150^{\circ}\text{C}$ , el pH con potenciómetro de campo marca Conductronic y la conductividad con conductímetro de campo marca Conductronic modelo CLB con precisión de  $\pm 0.1 \mu\text{mhos/cm}$ .

Conjuntamente se obtuvo una muestra de agua en una botella DBO de volumen conocido para determinar el oxígeno disuelto por medio de la técnica de Winckler con la modificación de la Azida de Sodio. (APHA, 1980).

Así mismo, se obtuvo una muestra de agua en una botella de plástico de 1 litro de capacidad para la determinación del Bióxido de Carbono por el método volumétrico, la alcalinidad por el método de los indicadores y dureza total y al calcio con el método complejométrico. (APHA, 1980; Cervantes, 1988).

### 1.3. Toma de muestras del plancton

Se realizaron arrastres por medio de una red de cono truncado de luz de malla de 160 micras para zooplancton y 85 micras para fitoplancton y boca de 30 cm de diámetro. La extracción de las muestras se realizó manteniendo la velocidad de los arrastres, cuya distancia dependía de la amplitud máxima de cada embalse (aprox. 50 m.). El volumen filtrado se concentró en un recipiente colector y se vació a una botella de plástico de 250 y 125 ml. respectivamente para su posterior análisis.

Para la conservación de las muestras de fitoplancton se agregaron unas gotas de acetato de lugol (Schowerbel, 1979), mientras que las de zooplancton se fijaron con formol al 10% neutralizado con borax y se trasladaron al laboratorio, para su cuantificación e identificación correspondiente.

### 1.4. Toma de muestra de peces

La captura de organismos se llevó a cabo por medio de un chinchorro playero de 60 metros de largo, 1.5 metros de altura, luz de malla de 1 cm y copo de 2 metros de largo.

De los peces capturados se tomaron los siguientes datos:

- a). Longitud patrón, total y la altura en (cm.) con un ictiómetro de  $\pm 1$ mm. de precisión
- b). Peso total en (g) con una balanza granataria con  $\pm 0.01$  g. de precisión

Las zonas de captura de organismos se determinaron de acuerdo a las siguientes condiciones: pedregosidad, profundidad, dirección del viento y acceso a la zona. El tamaño de la muestra se determinó de acuerdo al número de organismos capturados, y una

vez obtenidos los datos biométricos de los peces, éstos fueron devueltos al sistema.

## 2. TRABAJO DE LABORATORIO

### 2.1. Análisis de Plancton

Las muestras de fitoplancton se leyeron y contaron en el microscopio invertido American Optical Corporation (Mod 1810) a 40X de acuerdo con el método de conteo descrito por Uthermöhl (Schoworbél, 1979), apoyándose para ello en las claves de Ortega (1984) y Needham and Needham (1978). La identificación se hizo a nivel de división.

Por su mayor tamaño, el zooplancton se contó con un microscopio de contraste de fases marca C. Zeiss Mod 0747191 con el objetivo 10X y cámaras de recuento de Sedgwick-Rafter. La identificación se hizo en los niveles de Suborden: Cladóceras, Subclase: Copépoda y Clase: Rotífera (Barnes, 1981), apoyándose para ello de las claves de Needham and Needham, 1978.

## 3. TRABAJO DE GABINETE

### 3.1. Morfometría

Con los datos obtenidos en campo de la línea de costa y orientación, se elaboró el mapa de cada sistema, para cada uno de los meses. Posteriormente se calculó el área superficial ( $A_0$ ) por el método de corte y peso. Con los datos de  $A_0$  y profundidad máxima ( $Z_{max.}$ ) se calcularon los siguientes parámetros:

- Desarrollo de la línea de Costa ( $D_L$ ):

$$D_L = L/2 (\eta A_0)^{1/2}$$

- Profundidad media:

$$\bar{Z} = V/A_0$$

- Profundidad relativa:

$$Z_r = 50 Z_m (\pi)^{1/2} / (A_0)^{1/2}$$

-Relación entre la profundidad media y la máxima:

$$\bar{Z}/Z_{\max.}$$

Desarrollo de Volumen:

$$D_v = 3 Z/Z_m$$

Volumen:

$$V = h/3 ( A_0 + A_t + \sqrt{A_0 \cdot A_t} )$$

(Hutchinson, 1975; Wetzel, 1981).

### 3.2. Obtención de la densidad del plancton

Para calcular el volumen de agua filtrado a través de la red, se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \pi r^2 d$$

donde V = Volumen de agua filtrada

r = radio de la boca de la red

d = longitud del trayecto de desplazamiento de la red

$\pi = 3.1416$

Para determinar la densidad absoluta (DA) del plancton se utilizó la siguiente fórmula:

$$DA = \frac{\text{No. de organismos totales}}{\text{Volumen total}}$$

### 3.3. Obtención de la Relación Peso-Longitud

Con los datos de Peso total y Longitud Patrón, se determinó la relación entre estas variables de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$W = a L^b$$

donde:      W = Peso total (g.)  
              L = Longitud patrón. (cm.)  
              a y b = Constantes a determinar

Las constantes **a** y **b** se determinaron mediante regresión simple entre log L y log W representado por la ecuación:

$$\log W = \log a + b \log L$$

siendo "**a**" la ordenada al origen y "**b**" la pendiente.

Con el valor de la pendiente de cada ecuación, se estableció el tipo de crecimiento. Este valor nos indica que el crecimiento puede ser de tipo alométrico ( $b \neq 3$ ) o isométrico ( $b=3$ ); estos valores normalmente se encuentran entre 2.5 y 3.5 y frecuentemente cercano a 3 (Everhart and Young, 1975; Gulland, 1967; Pauly, 1984). Todo esto, indica la proporción con la que aumenta el peso con respecto a la longitud y viceversa.

### 3.4. Determinación de la Edad

La determinación de la edad se efectuó mediante el análisis de frecuencias de tallas siguiendo el método propuesto por Petersen (Gailardo, 1986), el cual se basa en la suposición de que en un mes o estación del año las tallas de los peces pertenecientes, las tallas de los peces pertenecientes a los diferentes grupos de edad, tienden a presentar una distribución normal. Así al representar gráficamente la distribución de las frecuencias de talla de una población, se muestra una serie de máximos modales que pueden interpretarse como la talla media de los peces a una edad determinada. Siguiendo el movimiento de estas clases modales a lo largo de un año, se puede tener una idea del crecimiento.

### 3.5. Modelo de Von Bertalanffy

Este modelo se empleó para determinar el crecimiento de los peces porque relaciona matemáticamente el tamaño del individuo con el tiempo, es lo suficientemente simple, utiliza un mínimo de constantes con significado biológico y es útil para propósitos puramente descriptivos. La ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy se basa en que la tasa de crecimiento de un animal, se puede pensar como la diferencia existente entre las tasas de "anabolismo" y "catabolismo". De esta manera el crecimiento es el resultado neto de la acumulación y de la destrucción de materia celular. (Ehrhardt, 1981).

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

$L_t$  = Longitud del pez al tiempo  $t$

$L_{\infty}$  = Longitud máxima o longitud asintótica que el pez puede alcanzar a una edad infinita: ( $t \rightarrow \infty$ )

$K$  = Coeficiente Catabolico o Fase de Crecimiento proporcional

$t_0$  = Edad del pez cuando su longitud es cero

Para el peso tenemos la siguiente ecuación:

$$W_t = W_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})^b$$

donde:

$W_t$  = Peso del pez al tiempo  $t$

$W_{\infty}$  = Peso asintótico que el pez puede alcanzar a una edad infinita:  $(t-w)$ .

$K$  = Coeficiente catabólico o fase de crecimiento proporcional.

$t_0$  = Edad del pez cuando su longitud es cero.

$b$  = Pendiente determinada en la regresión entre el peso y la longitud.

Las constantes  $k$  y  $t_0$ , se estimaron a partir de las clases de talla que se encontraron con el método de Petersen. La estimación de  $L_{\infty}$  se realizó por medio de la variante del método de Ford Walford, propuesto por Gulland (1964).

(Gulland, 1966; Ehrhardt, 1981; Everhart and Young, 1981).

### 3.6. Análisis Multivariado

Para determinar los parámetros que presentaron mayor influencia en el comportamiento limnológico del sistema se recurrió al análisis multivariado; las técnicas del análisis multivariado se distinguen unas de otras según su área de aplicación ya sean con una o unas poblaciones y según intervengan uno o dos grupos de variables (Cuadras, 1981).

A partir del análisis multivariado, la manera más simple para encontrar la relación que se tiene entre un grupo de variables es elaborar una tabla donde se encuentren todos los posibles coeficientes de asociación entre pares de variables de todo un grupo donde los elementos de cada variable producen más de una característica.

Para encontrar cuales variables fueron las responsables del comportamiento limnológico de cada sistema se recurrió al Analisis de Factor. Posteriormente con las variables contenidas en el factor 1, se realizo una regresion multiple considerandolas como variables independientes y como dependientes la longitud patron, el peso total de cada especie, la densidad total de fitoplancton y zooplancton, con el fin de determinar si existia alguna relacion entre ellos.y que variables son determinantes en la dinamica de los sistemas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Morfometría

La morfología de un cuerpo de agua tiene importantes efectos sobre los parámetros físicos, químicos y biológicos que se llevan a cabo dentro de este, además de ser determinante en el control de su comportamiento, considerando los contrastes climáticos y su ubicación (Wetzel, 1981).

#### CUAUTEPEC:

Este sistema al igual que otros bordos de temporal, presentó dos etapas: una de dilución (julio a septiembre de 1990) con área máxima de  $60197.05 \text{ m}^2$ , volumen de  $80262.74 \text{ m}^3$  de agua y profundidad máxima de 4.00 m (Figura 2 y Tabla 1); la otra, de concentración ( octubre de 1990 a abril de 1991 ) con área mínima de  $35648.53 \text{ m}^2$ , volumen de  $33271.96 \text{ m}^3$  de agua y profundidad máxima de 0.94 m ( Figura 3 y Tabla 1).

La etapa de dilución es el resultado del aporte de agua proporcionado por las lluvias y la etapa de concentración fue ocasionada por la época de estiaje donde los aportes de agua son muy escasos y la evaporación es mayor, además de las pérdidas de agua por la filtración del suelo, así como del consumo que de ella hace el ganado.

El Desarrollo de la Línea de Costa (DL) en este sistema fue mayor a 2, lo que denota que tiende a perder la forma circular y que según Wetzel (1981), representa a cuerpos

productivos. Lo anterior se corrobora al observar los valores de la profundidad media ( $\bar{Z}$ ), los cuales se mantuvieron por debajo de 1 m. Cole (1979) reporta que los valores de  $\bar{Z}$  menores a 1 m representan a los sistemas más productivos. En los meses de septiembre, octubre y noviembre se presentan los valores más altos de  $\bar{Z}$  lo que indicaría una disminución en la productividad de los embalses, sin embargo, estos valores no están muy por encima del valor promedio sugerido por Cole (1979) y no se obtuvieron variaciones muy grandes en los demás parámetros.

La profundidad relativa ( $Z_r$ ) para los meses de septiembre de 1990 a abril de 1991 fue mayor al 4% (Tabla 1). Este parámetro relaciona las variables de profundidad máxima y área; por lo tanto al disminuir el área en la época de concentración, el cociente entre  $Z_{max}$  y el área es mayor, y al aumentar el área el cociente es menor, por lo cual se habla de una estabilidad en la masa de agua ya que en este sistema y por lo reportado para otros sistemas, solo se puede decir que en la fase de dilución se presenta este proceso, donde se alcanza un nivel de máxima inundación (Figura 2).

Los ingresos al sistema son la precipitación, el aporte de material orgánico alóctono y las excretas de animales que concurren a abreviar al cuerpo de agua, así pues se mantiene en esta etapa un equilibrio entre la salida de agua del sistema, para fines agrícolas, el consumo por el ganado y la evaporación con la entrada de los materiales antes mencionados (Arredondo y Flores, 1992).

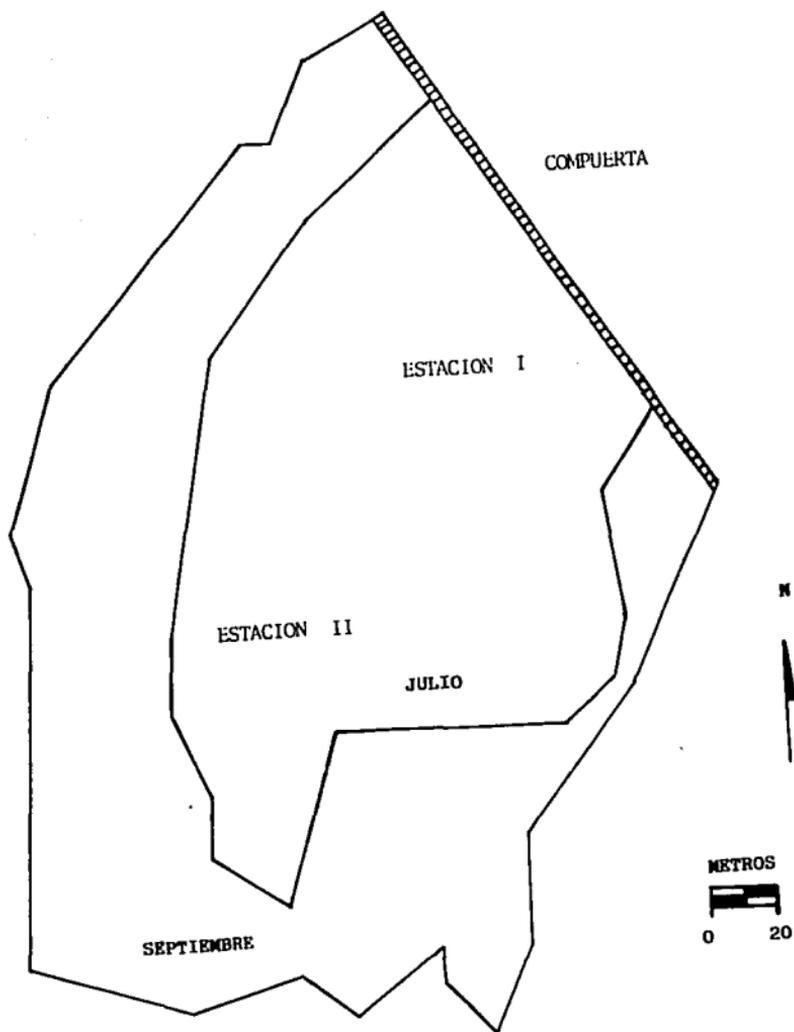
El cociente  $\bar{Z}:Z_{max}$  para la mayor parte de los lagos es mayor de 0.33, valor que se obtendría de una depresión cónica. Los valores obtenidos de este cociente para el sistema (Tabla 1) podrían indicar que tiene una forma cónica, pero no es así, por

la forma del sistema y la alteración que sufre por la compuerta (Figura 2). El sistema es de forma irregular con una parte profunda cercana a la compuerta y una parte somera alejada de la compuerta, donde se establecen plantas terrestres que utilizan los recursos atrapados en los sedimentos, esto ocurre en la época de concentración, ya que por la ausencia de lluvias, la evaporación, el consumo de agua por el ganado y la filtración, el volumen disminuye (abril - octubre, 1991) (Figura 3) aparecen zonas secas y se resquebraja el sedimento.

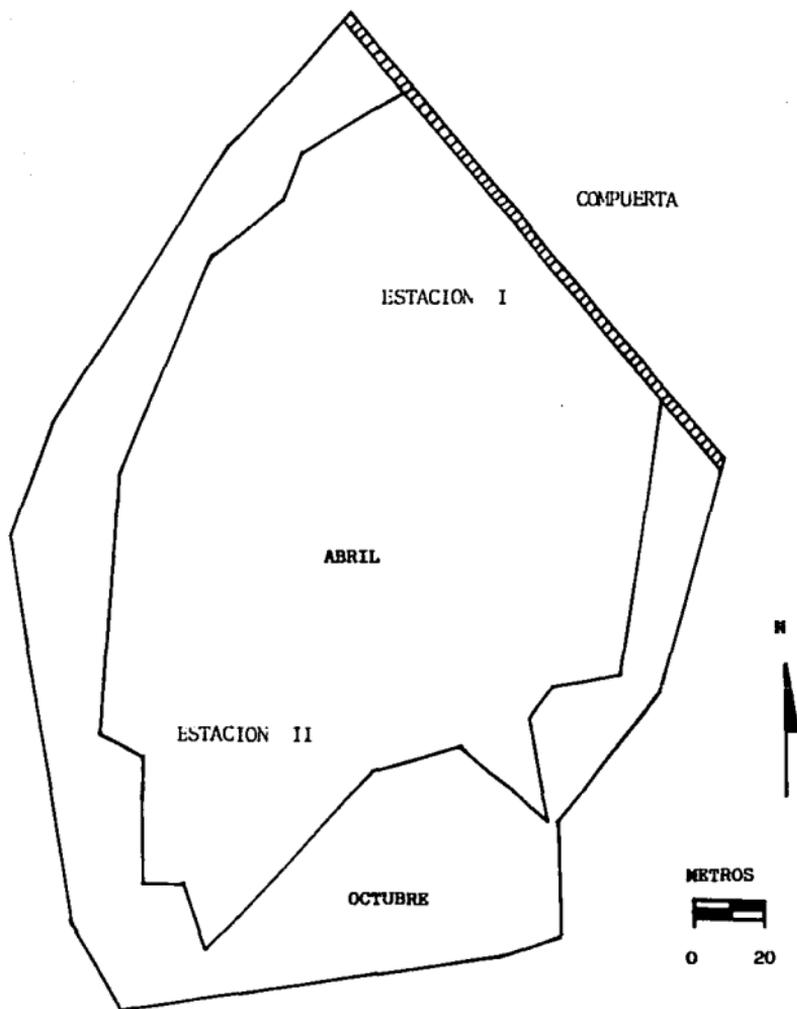
PARAMETROS MORFOMETRICOS										
MES	l (m)	b (m)	Z:Zm	V (m <sup>3</sup> )	Zm (m)	Z (m)	Zr (%)	L (m)	DL	A (m <sup>2</sup> )
JUL	257	13	0.34	13334.55	1.35	0.46	2.66	638	4.00	29632.35
AGO	293	19	0.33	43053.92	2.50	0.84	3.73	740	3.52	51664.70
SEPT	317	21	0.33	80262.74	4.00	1.53	5.54	860	3.76	60197.05
OCT	315	19	0.33	69414.68	3.55	1.19	4.98	788	3.51	58660.29
NOV	310	10	0.38	71066.02	3.40	1.32	5.66	800	3.70	54666.18
ENE	300	22	0.33	49085.29	2.80	0.94	4.11	844	3.94	53448.53
FEB	320	15	0.33	53960.78	3.20	1.07	4.83	800	3.84	50588.23
MAR	273	15	0.33	39064.95	2.50	0.84	3.92	716	3.57	46877.94
ABR	322	19	0.33	33271.96	2.88	0.094	5.03	856	4.90	35648.53

TABLA 1. Parametros Morfometricos de la Presa Cuautepac.

FIGURA 2  
ETAPA DE DILUSION DE CUAUTEPEC  
JULIO - SEPTIEMBRE 1990



**FIGURA 3**  
**ETAPA DE CONCENTRACION DE CUAUTEPEC**  
**OCTUBRE 1990 - ABRIL 1991**



## CANTARRANAS:

Para este sistema, la fase de dilución queda comprendida de julio a septiembre de 1990 con área máxima de 8370.59 m<sup>2</sup>, volumen de 3069.21 m<sup>3</sup> y profundidad máxima de 1.10 m (Figura 4 y Tabla 2); y la etapa de concentración de octubre de 1990 a abril de 1991 con área mínima de 6122.86 m<sup>2</sup>, volumen de 816.27 m<sup>3</sup> y profundidad máxima de 0.4 m (Figura 5 y Tabla 2).

La etapa de dilución, al igual que en el sistema anterior es resultado del aporte de agua proporcionado en la época de lluvias, la etapa de concentración es ocasionada por la escasa o nula aportación de agua; ayudado por la filtración, evaporación y el consumo de que es objeto por las actividades agropecuarias.

El Desarrollo de la Línea de Costa (DL), es un parámetro de gran interés que indica la forma de un cuerpo de agua y refleja el potencial de éste para el desarrollo de comunidades litorales en relación con su volumen. El valor encontrado en el sistema Cantarranas fue mayor a 2 ( 1.73 a 5.13 ) lo que indica que la forma del sistema es alargada lo cual según Wetzel (1981), representa un sistema con buena productividad. Esta característica es apoyada por el valor de la profundidad media que siempre se registró con valores menores a 1m (Tabla 2), lo cual según Cole (1979), indica que el sistema es productivo.

En los meses de agosto de 1990 a enero de 1991 se presentó un porcentaje de Zr mayor al 4% lo que según Wetzel, 1981 indica una buena estabilidad en la columna de agua, sin embargo, debido a la poca profundidad, aun en la etapa de dilución (Figura 4) existe una mezcla en la columna de agua y un equilibrio entre la entrada de materiales alóctonos y la precipitación con las salidas de agua por evaporación, filtración y consumo agrícola (Figura 15). Para los meses de febrero a abril

se registró un valor de  $Z_r$  menor al 4%, por lo tanto, el sistema se encontró en un estado inestable ocasionado por una estratificación en la columna de agua (Figura 15), esta etapa corresponde a la época de concentración (Figura 5).

Este sistema al igual que el anterior es de forma irregular muy alargada con una zona profunda cercana a la compuerta y una parte somera alejada de la compuerta, donde también se establecen plantas terrestres que utilizan los recursos atrapados en los sedimentos. Este sistema presentó profundidades menores a las del sistema anterior tanto en la época de concentración como la de dilución. Es importante mencionar que este sistema se encuentra muy cercano al poblado de Alcholoaya y por lo tanto recibe entrada de desechos orgánicos e inorgánicos producidos por las actividades humanas.

PARAMETROS MORFOMETRICOS										
MES	l (m)	b (m)	Z:Zm	V (m <sup>3</sup> )	Zm (m)	Z (m)	Zr (%)	L (m)	DL	A (m <sup>2</sup> )
JUL	172	42	0.34	1808.82	0.90	0.31	3.93	368	6.79	6029.41
AGO	151	64	0.34	3239.41	1.20	0.41	4.50	360	4.28	8248.53
SEPT	167	63	0.33	3069.21	1.10	0.37	4.08	326	3.85	8370.59
OCT	159	59	0.23	3210.49	1.30	0.31	5.13	372	4.67	7488.82
ENE	136	40	0.34	1393.23	0.90	0.31	4.48	284	4.50	4644.12
FEB	140	63	0.21	2071.37	0.95	0.20	2.51	322	4.29	6541.18
MAR	143	60	0.31	1756.07	0.80	0.25	3.36	324	4.33	6585.30
ABR	113	65	0.32	816.27	0.40	0.13	1.73	282	3.89	6122.06

TABLA 2. Parametros Morfometricos de la Presa Cantarranas.

FIGURA 4

ETAPA DE DILUSION DE CANTARRAMAS

JULIO - SEPTIEMBRE 1990

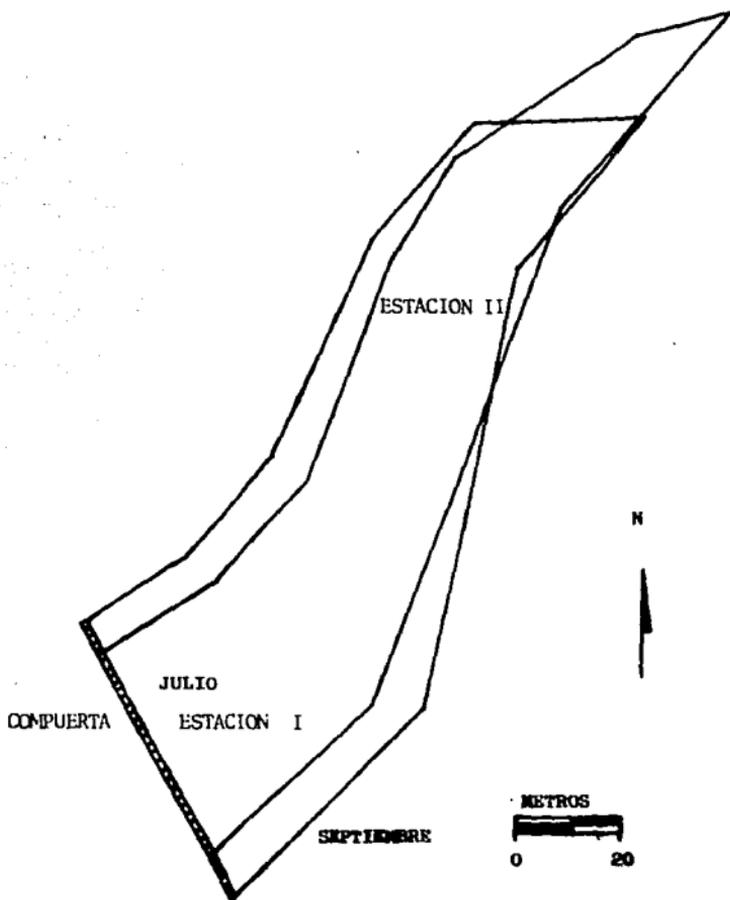
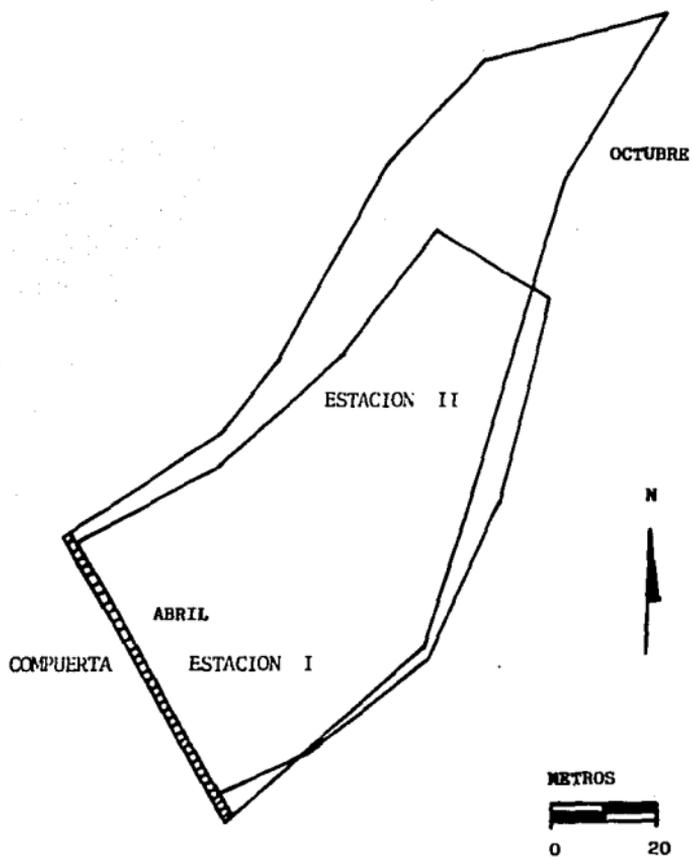


FIGURA 5  
ETAPA DE CONCENTRACION DE CANTARRANAS  
OCTUBRE 1990 - ABRIL 1991



## Parámetros Físicos y Químicos

### CUAUTEPEC:

Las fases de concentración y de dilución en el sistema provocan un aumento y disminución respectivamente de las sales disueltas en el agua, y una variación de los distintos compuestos químicos presentes, afectan el rendimiento piscícola, así como los grupos de plancton presentes. es decir, las condiciones hidrobiológicas son diferentes en cada una de las fases, (Arredondo y Garcia, 1982; Arredondo y Ponce, 1986; Rosas, 1976).

A los datos obtenidos, en los muestreos de los parámetros físicos y químicos del agua, se les aplicaron las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, homocedasticidad y análisis de varianza (Marques, 1988), entre superficie y fondo y entre estaciones con la finalidad de saber si los parámetros: Temperatura, pH, Oxígeno Disuelto, Bóxido de Carbono Libre, Alcalinidad, Dureza Total, Dureza de Calcio y Conductividad, cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad al 95% de confianza además de saber si existía diferencia significativa ( $\alpha = 0.05$ ) entre estaciones y niveles del sistema; los resultados de tales pruebas indicaron que no existía diferencia significativa entre estación y niveles por lo que se decidió manejar los datos promedio de cada parámetro para la interpretación de los mismos.

La temperatura del agua del sistema varía de manera semejante a la temperatura ambiente (Welch, 1975; Arredondo, 1982; Wetzel, 1975; y otros). En este sistema se observó que la temperatura máxima alcanzada en el agua fue de 23.5°C en el mes de julio de 1990 y descendió conforme se acerca el invierno hasta llegar a 16°C en el mes de noviembre de 1990; a partir del mes de febrero de 1991 la temperatura del agua comenzó a ascender conforme se acerca la primavera. La temperatura ambiente sigue un

patrón parecido empezando a descender en agosto y alcanzando una temperatura mínima en el mes de noviembre con 12 °C y aunque tiene un aumento muy marcado en enero, no rebasa la temperatura alcanzada en agosto o julio de 1990; también presenta un máximo en la temperatura ambiente en febrero con 23 °C. (Figura 6).

Los valores de la temperatura del agua (tabla 3) se encuentran dentro de los rangos óptimos para el desarrollo de peces de aguas cálidas; por ejemplo las distintas especies de carpas, atherínidos y algunas mojarras nativas; los cuales resisten intervalos de temperatura que van de 6-30°C (Arredondo, 1986).

Con lo que respecta al comportamiento de la temperatura a lo largo del tiempo y el espacio, se observó que en los meses de julio a noviembre de 1990 se presentó una fase de mezcla (Figura 8) en la época de dilución, que se ve favorecida por la poca profundidad y la influencia del viento que remueven las capas de la columna de agua y se mantiene una temperatura similar en todo el sistema. De enero a abril de 1991 se presentó una fase de estratificación térmica (Figura 8) correspondiendo a la época de concentración.

La transparencia de los sistemas naturales se debe principalmente a causas como la cantidad de material orgánico, partículas de arcilla en suspensión, y a la comunidad planctónica (Arredondo, 1982). Estos aspectos dan como resultado la poca transparencia del agua del sistema (Figura 7), que durante los meses de muestreo fue de 2-3 cm de visibilidad al disco de Secchi; con esto se podría pensar que se crea un efecto pantalla y que no se calentará el agua del fondo, ya que la energía luminosa no llega hasta este punto, sin embargo, aunque la zona fótica esta limitada a unos pocos centímetros, la acción del

viento y las corrientes creadas son eficientes para que en la época de dilución la masa de agua circule y exista una mezcla de la columna de agua, aunado con esto la poca profundidad del bordo.

El pH de los sistemas naturales da un indicio de las condiciones buffer del carbono, e indica que iones están presentes: a pH mayor de 7, se encuentran iones  $\text{HCO}_3^-$  o  $\text{CO}_3^{2-}$  y a un pH menor de 7, hay  $\text{CO}_2$  en altas concentraciones. Los datos registrados de pH indican que el sistema tiende a la neutralidad aunque también se registraron valores de pH desde 6.35 en el mes de julio hasta 8.0 en noviembre (Tabla 3). Estos valores están dentro del rango aceptable para el crecimiento de los peces citado por Boyd (1982) y Arredondo (1986) que es de 6.5 a 9.0. (Figura 9).

La conductividad eléctrica del agua es una medida de la intensidad de la corriente eléctrica entre la resistencia al paso de la misma y depende de la cantidad de las diferentes sales disueltas, es decir, a mayor concentración, la conductividad es mayor y viceversa. Para embalses, ríos, y estanques mexicanos el rango de conductividad es de 20 a 10,000  $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$  (Arredondo, 1986). Por lo que se encontraron dentro de dicho rango los valores registrados para el sistema que va de de 110 a 135  $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$  (tabla 3); el máximo valor de conductividad se obtuvo en el mes de agosto en la época de dilución y el mínimo valor en el mes de febrero en la época de concentración (Figura 10).

En la fase de dilución la conductividad se mantuvo en el rango de 123 a 135  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ , ubicando al sistema Cuauhtepac como aguas de baja salinidad (Chavira, 1980) lo que no influye en la productividad primaria (De la Lanza, 1990).

El oxígeno disuelto en el agua es indispensable para la respiración de los organismos. La fuente principal de este gas en el agua es la atmósfera y su solubilidad depende de la

temperatura. Además de la fotosíntesis que realiza el fitoplancton y las macrofitas que constituyen otra fuente importante de oxígeno en el agua (González, 1988).

La máxima concentración de oxígeno se alcanzó en el mes de septiembre con 9.34 mg/l; a partir de ese mes la cantidad de oxígeno fue descendiendo hasta marzo con 5.61 mg/l (Figura 11). Es evidente que la concentración de oxígeno se incrementa en la época de lluvia ya que naturalmente existe una circulación de agua en toda la columna y aereación por la acción del viento, además, el agua de lluvia que cae al sistema, favorece el intercambio de oxígeno con la atmósfera. También se unen los procesos fotosintéticos del fitoplancton aunque estos se relacionan directamente con la transparencia del agua; ya que dan un indicio del espesor de la zona fótica, es decir, al disminuir la transparencia, también disminuye la cantidad de oxígeno disuelto, esto es ocasionado por la turbidez que presenta el agua del sistema debido principalmente al material en suspensión (material orgánico y arcilloso) que reduce la zona fótica e inhibe la actividad fotosintética del fitoplancton, disminuyendo la producción de oxígeno.

Las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (tabla 3) son provocados por el consumo realizado durante la oxidación de la materia orgánica principalmente en el fondo; por la descomposición bacteriana que es mucho más intensa y por el consumo de oxígeno en la respiración de peces y otros organismos acuáticos, ya que el oxígeno es esencial para el metabolismo de todos estos organismos acuáticos.

El bióxido de carbono provee del carbono necesario a las plantas que lo utilizan para formar sus compuestos orgánicos e influye en la producción fotosintética. En los sistemas acuáticos su fuente principal son los materiales orgánicos en los que ocurre la descomposición, y de los organismos vivos en el proceso de respiración.

Los valores para el bióxido de carbono fluctuaron desde 0.0 mg/l en el mes de julio hasta 15 mg/l en el mes de marzo (Figura 11). El máximo valor de  $\text{CO}_2$  pudo deberse a la disminución de la temperatura del agua, al aumento de la solubilidad de este gas, un aumento en la descomposición de material orgánico y la respiración principalmente, considerando que existe una mezcla continua en la columna de agua.

La concentración nula de  $\text{CO}_2$  indica que el sistema sufre descomposición en su dinámica limnológica, ya que se está intercambiando con la atmósfera, y se combina con el agua formando ácido carbónico, que es un ácido débil que a su vez reacciona con rocas calizas o material calizo y da lugar a la formación de bicarbonato de calcio. Esta sal se disocia rápidamente en forma de carbonatos, lo que contribuye a la recarbonatación del agua donde el  $\text{CO}_2$  actúa como buffer para mantener el pH cerca de la neutralidad; de ahí que dichas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos estén en función del pH.

Los datos de alcalinidad, dureza total, dureza de calcio y pH revelan la cantidad y formas que presenta el carbono inorgánico en el sistema, el cual constituye unos de los principales nutrimentos para el metabolismo fotosintético de las algas y los macrofitos.

Los valores de alcalinidad son bajos en la fase de dilución con 31.90 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l en el mes de septiembre lo que influye en la disminución de la concentración de bicarbonatos. El aumento en la concentración de carbonatos se debió a la disminución del volumen del sistema, por la época de estiaje concentrando las sales y sólidos disueltos (gráfica 13). El valor más alto de alcalinidad es de 101.15 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l en el mes de julio, el cual se encuentra cerca del recomendado por Boyd (1982) y Arredondo (1986) para el cultivo de peces.

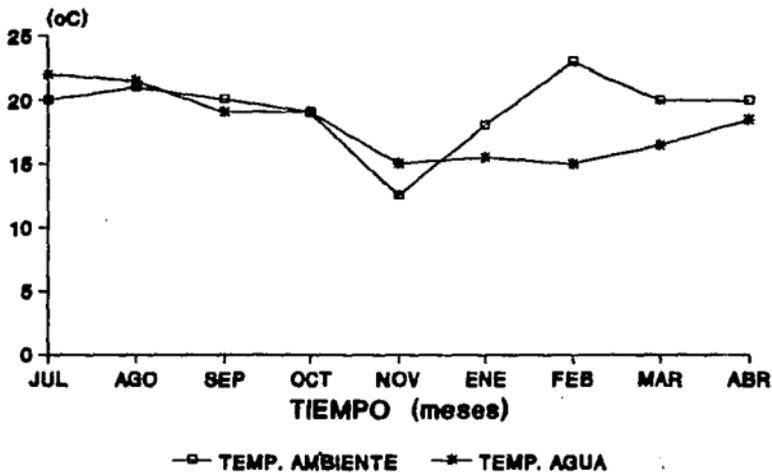
La dureza total se dá principalmente por la concentración de los iones de calcio y magnesio, siendo estos los más abundantes en aguas dulces ( Cole, 1975 ). Los valores máximos se encontraron en los meses de julio con 110.06 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  y octubre con 100.08 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ; valores que fueron registrados durante la etapa de dilución, lo que no coincide con lo reportado por Daborn y Clifford, (1979); Yaron, (1964); Arredondo, (1982). (Figura 12). Este comportamiento se atribuye a que el sistema se encuentra ubicado en una zona donde existen rocas fácilmente erosionable que están aportando nutrimentos y minerales al sistema, los cuales son liberados y removidos al aumentar el volumen y la circulación en la columna de agua.

Por otra parte, la dureza de calcio tiene un papel determinante en la productividad del sistema y en el metabolismo de los organismos ya que el calcio es utilizado por los peces para formar estructuras calcáreas, caparazones de los organismos zooplanctónicos y bentónicos y para dar rigidez a la pared celular del fitoplancton (González, 1988).

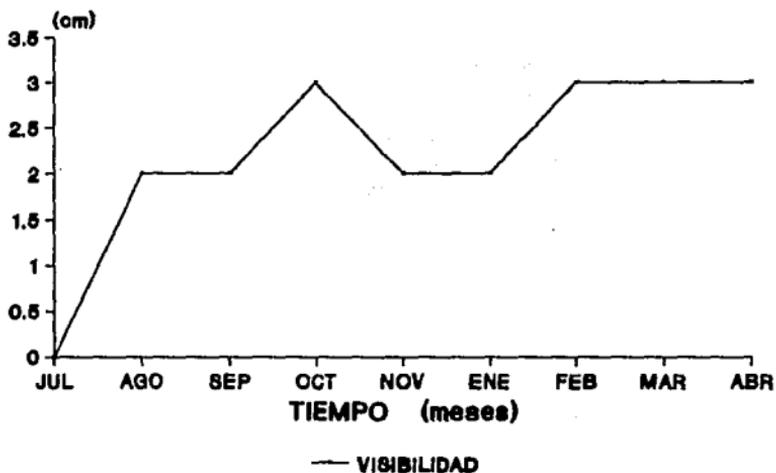
Los valores de la dureza de calcio muestran una disminución, del mes de julio (valor máximo con 26.98 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ) al mes de septiembre (valor mínimo con 8.82 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ) debido principalmente al aumento de volumen por la época de lluvias diluyendo la concentración que se tenía de la época de estiaje anterior, posteriormente se mantuvo en un rango de 11 a 12 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ . (Figura 13).

El valor máximo de dureza total, ubica al bordo Cuauhtepac como un sistema de agua blanda (Arredondo, 1986; Boyd, 1986).

La relación de la conductividad, alcalinidad y las durezas nos dan un indicio de las cantidades y formas de los diferentes iones y sales presentes en el agua del sistema, así como de la cuenca de drenaje que rodea el sistema y de los principales minerales que lo forman.



**FIGURA 6. Variaciones de las Temperaturas en la Presa Cuautepec.**



**FIGURA 7. Variaciones de la Visibilidad del agua en la Presa Cuautepec.**

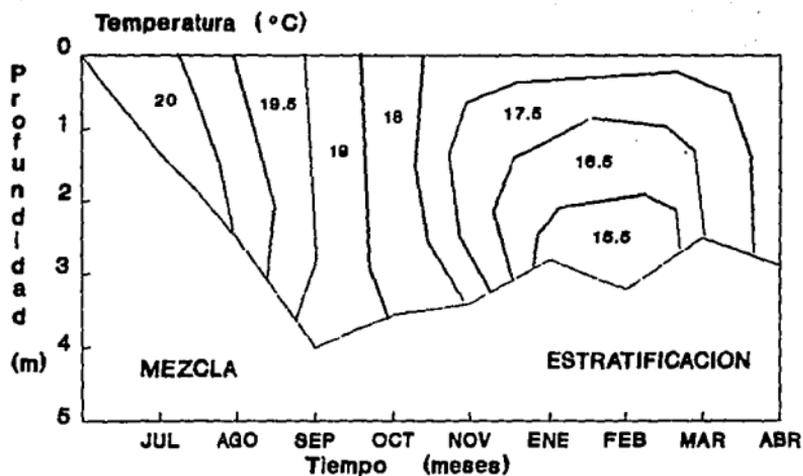


FIGURA 8. Diagrama Espacio-Tiempo-Temperatura para la Presa Cuautepec.

MES	pH	VIS	TEMP. AMB. (°C)	TEMP. AGUA (°C)	CONDUC (µMhos/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	CO <sub>2</sub> (mg/l)	Dza. Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	Dza. TOTAL (mg/l)	ALCALIN (mg/l)
JUL	6.35	0.0	20.0	22.0	134	4.68	0.0	26.98	110.0	101.15
AGO	7.73	2.0	21.0	21.5	135	7.31	2.70	20.01	86.32	85.68
SEP	7.18	2.0	20.0	19.0	123	9.34	11.23	8.83	69.16	31.90
OCT	6.59	3.0	19.0	19.0	116	8.01	8.01	12.36	100.0	89.25
NOV	8.00	2.0	12.5	15.0	114	8.32	7.72	12.68	64.51	59.76
ENE	7.25	2.0	18.0	15.5	117	8.09	3.43	12.13	70.99	63.82
FEB	7.22	3.0	23.0	15.0	111	7.21	5.24	11.06	69.76	73.07
MAR	7.28	3.0	20.0	16.5	121	5.61	15.71	12.90	79.63	75.85
ABR	6.90	3.0	20.0	18.5	114	6.74	12.01	11.06	76.34	80.47

**TABLA 3. Parametros Fisicos y Quimicos de la Presa Cuautepec. Julio de 1990-Abril de 1991.**

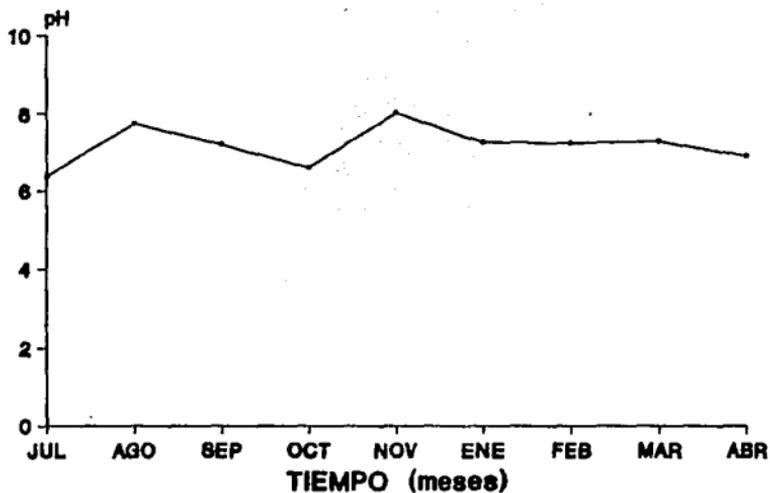


FIGURA 9. Variaciones del pH en la Presa Cuautepec.

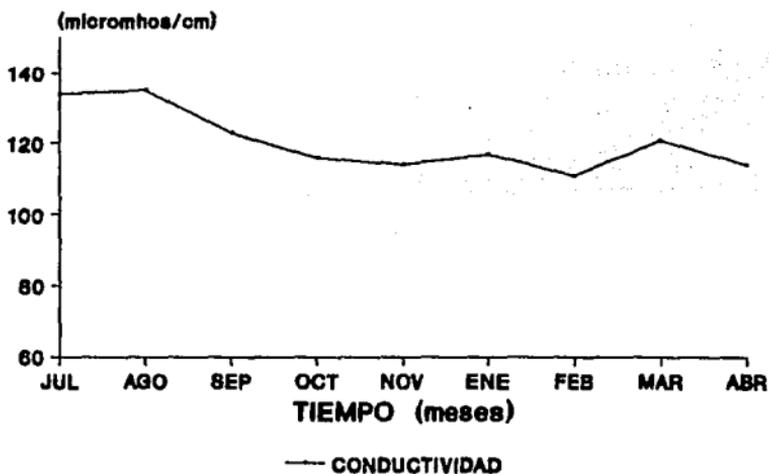
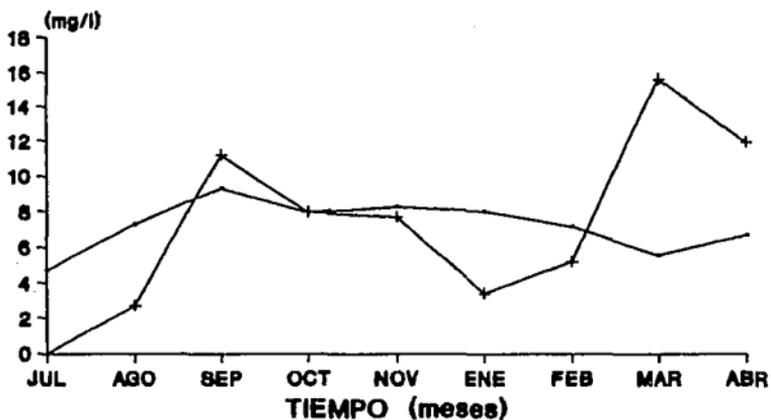
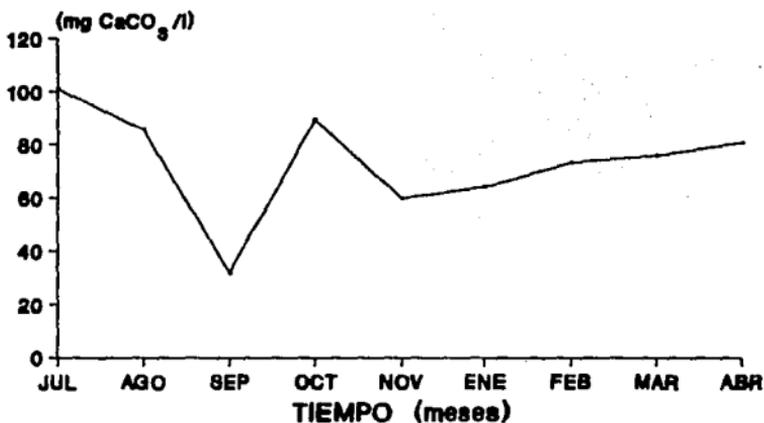


FIGURA 10. Variaciones de la Conductividad en la Presa Cuautepec.

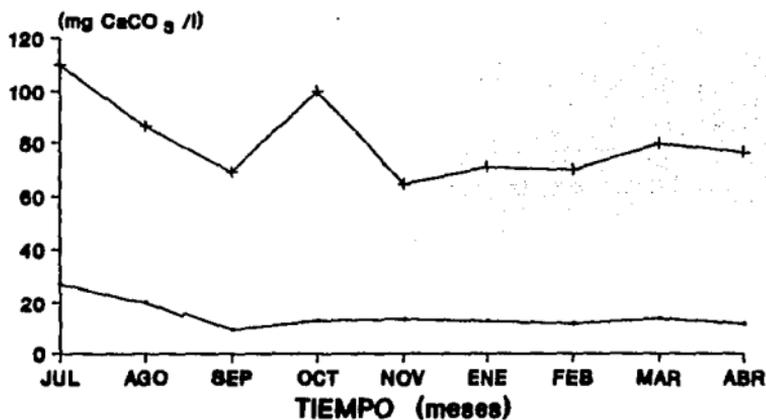


— OXIGENO    + BIOXIDO DE CARBONO  
**FIGURA 11. Variaciones del Oxígeno y Bioxido de Carbono en la Presa Cuautepec.**



— ALCALINIDAD

FIGURA 12. Variaciones de la Alcalinidad en la Presa Cuautepec.



— DZA. CALCIO    + DZA. TOTAL

FIGURA 13. Variaciones de la Durezas de Calcio y Total en la Presa Cuautepec.

## CANTARRANAS:

A los datos obtenidos de los parámetros físicos y químicos también se les aplicó las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, de homocedasticidad y análisis de varianza (Márques, 1988), entre los valores de superficie y fondo y entre estaciones dentro del bordo.

De acuerdo a los análisis anteriores, se obtuvo que los datos cumplen con los supuestos de normalidad y homocedasticidad al 95% de confianza y que no existe diferencia estadísticamente significativa con un  $\alpha=0.05$  entre estaciones y niveles del bordo. Por lo que se decidió manejar los datos promedio de cada parámetro para la determinación e interpretación de los mismos.

La temperatura en el agua alcanzó su máximo en el mes de julio con  $20.5^{\circ}\text{C}$  y el mínimo en febrero con  $13^{\circ}\text{C}$  (Figura 14). La temperatura mostró un descenso hacia el invierno y un incremento posterior hacia la primavera, comportamiento que siguió la temperatura ambiente, sólo que la temperatura mínima del ambiente nunca fue menor que la temperatura mínima del agua (Figura 14). El sistema Cantarranas presenta una fase de mezcla en la columna de agua de julio a octubre de 1990 provocada por el aumento del volumen, la acción de los vientos y la poca profundidad del sistema (Figura 15). Se presentó también una fase de estratificación de noviembre de 1990 a abril de 1991. Los datos registrados de temperatura (tabla 4) indican que este sistema es óptimo para la producción de carpas.

El pH de este sistema es determinado por el contenido de material orgánico que se arrastra hacia él en la época de lluvias, el cual, al descomponerse provoca la liberación de ácidos y gases. Aunque las variaciones no son muy grandes, en la época de lluvias el pH se desplaza hacia la acidez y en la época

de estiaje hacia la basicidad ya que las distintas sales disueltas actúan para neutralizar los ácidos débiles; este proceso es ayudado por el origen calcáreo que presentan las rocas y minerales de la cuenca de drenaje que rodea al sistema (Figura 16).

Los valores de conductividad fluctuaron de 174  $\mu\text{mhos/cm}$  en el mes de agosto a 345  $\mu\text{mhos/cm}$  en el mes de marzo (Figura 17). Es evidente que para los últimos meses la conductividad se elevó porque está relacionada con la cantidad de materiales disueltos y en suspensión y con la época de estiaje donde el volumen del sistema disminuye, y aumentan las concentraciones de sales iónicas disueltas que provocan una alta conductividad eléctrica; aún así, estos valores están dentro del intervalo de 20 a 10,000  $\mu\text{mhos/cm}$  reportados por Arredondo, (1986) para embalses, ríos y estanques mexicanos (tabla 4).

La máxima visibilidad al disco de Secchi fue de 3.0 cm lo que indica que la zona fótica es muy reducida (Figura 18); debido principalmente a los sólidos y materiales orgánicos en suspensión que reducen la penetración de la luz y el calor hacia el fondo del sistema, sin embargo, existe una mezcla de la columna de agua provocada por la poca profundidad del sistema, la variación del volumen y la acción de los vientos, lo que provoca la remoción del fondo y por consecuencia el movimiento de sólidos hacia la superficie.

La máxima concentración de oxígeno disuelto se registró en septiembre con 10.46 mg/l y la mínima en octubre con 4.01 mg/l (Figura 19). Los valores máximos son ocasionados por la precipitación y la entrada de agua que llega oxigenada, en la época de dilución, ahora bien, en la época de estiaje presentó muy poca variación debido al intercambio con la atmósfera, los procesos fotosintéticos y la mezcla por mecanismos renovadores de circulación los cuales distribuyen parte del oxígeno producido en la superficie hacia el fondo del sistema.

El  $\text{CO}_2$  registró 0.0 mg/l en el mes de julio y alcanzó su máximo en noviembre con 7.73 mg/l (Figura 19). Se observa un aumento progresivo de cuando comenzó la época de lluvia a casi el fin de ella; debido a la gran cantidad de materia orgánica que es arrastrada al sistema, así como la actividad microbiana para la descomposición de la misma. Esto produce un aumento de  $\text{CO}_2$  en el fondo; sin embargo, el carácter ácido del  $\text{CO}_2$  es neutralizado con las sales disueltas que también aumentan al existir una disminución del volumen en los meses de estiaje. Este complejo iónico mantiene el pH y las diferentes formas en las que se presentará el carbono en el sistema (Figuras 16, 20, 21), de tal suerte que el carbono actúa como un buffer para mantener el pH del sistema, esto se refuerza con el hecho de que las concentraciones de alcalinidad, durezas, conductividad y pH son semejantes en su comportamiento.

La relación entre la alcalinidad de un agua y su contenido total de carbono inorgánico depende del pH y para la determinación de la producción primaria se debe conocer la cantidad de carbono disponible a partir de las mediciones de carbono y de alcalinidad en el agua (Margalef, 1982).

Los valores de alcalinidad muestran un incremento en el mes de septiembre con un valor mínimo de 86.35 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l en la época de dilución que aumenta hasta el mes de marzo y alcanzó un valor máximo de 343.17 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l (Figura 20), conforme se acerca la época de concentración. Esto concuerda con lo reportado por Arredondo (1986) quien menciona que las sales se concentran al disminuir el volumen y existe una remoción de los solutos del fondo por la mezcla continua del sistema. Como el valor máximo de alcalinidad está dentro de el valor mínimo del rango citado por Wetzel (200-3,000 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l) el sistema se puede considerar productivo y excelente para la producción de peces.

La dureza de calcio presentó el valor más alto en el mes de julio con 32.61 mg de  $\text{CaCO}_3$ /l en el inicio de la época de

dilución, y en agosto se obtuvo el valor mínimo con 14.52 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  (Figura 21) al iniciarse la fase de concentración, esto conforme a lo que se esperaba, subiendo posteriormente en los próximos meses de manera semejante a la del sistema Cuauhtepac. Los iones que contienen al calcio, provienen de las rocas y materiales calcáreos que rodean al sistema ya que estos son arrastrados en la época de lluvias y concentrados en la época de estiaje.

Los valores de dureza total presentaron un ligero descenso de julio a agosto hasta alcanzar el valor mínimo con 97.12 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  como consecuencia del aumento de volumen por la época de lluvias mientras que el valor máximo se presentó en abril con 186.04 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  en la época de estiaje (Figura 21). Arredondo (1986) menciona que entre más se acerque un valor de dureza total al rango de 150 a 300 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{l}$  mejor será la productividad.

El valor máximo de dureza total (Figura 21) ubica al sistema como de agua semidura ó moderadamente dura (Arredondo, 1986; Boyd, 1986).

MES	pH	VIS	TEMP. AMB. (°C)	TEMP. AGUA (°C)	CONDUC (µmhos/cm)	O <sub>2</sub> (mg/l)	CO <sub>2</sub> (mg/l)	Dza. Ca <sup>+2</sup> (mg/l)	Dza. TOTAL (mg/l)	ALCALIN (mg/l)
JUL	6.75	0.0	16.0	20.5	204	8.02	0.0	32.61	123.04	179.69
AGO	6.33	2.0	18.0	20.0	174	5.28	1.99	14.52	97.12	160.25
SEP	7.19	3.0	16.5	19.0	194	10.46	8.45	20.01	114.77	86.35
OCT	6.95	2.0	15.0	17.5	199	4.01	9.15	24.28	119.68	192.78
NOV	7.91	2.0	16.0	14.0	224	4.43	7.73	24.26	124.05	243.05
ENE	8.17	2.0	18.0	15.0	301	6.82	3.43	25.36	150.24	257.05
FEB	7.66	3.0	17.0	13.0	345	6.08	3.01	30.36	150.06	315.47
MAR	7.42	3.0	20.0	15.0	382	5.33	0.0	21.33	158.61	343.17
ABR	8.56	3.0	21.0	18.0	329	7.11	0.0	25.97	186.04	216.58

**TABLA 4. Parametros Fisicos y Químicos de la Presa Cantarranas. Julio de 1990-Abril de 1991.**

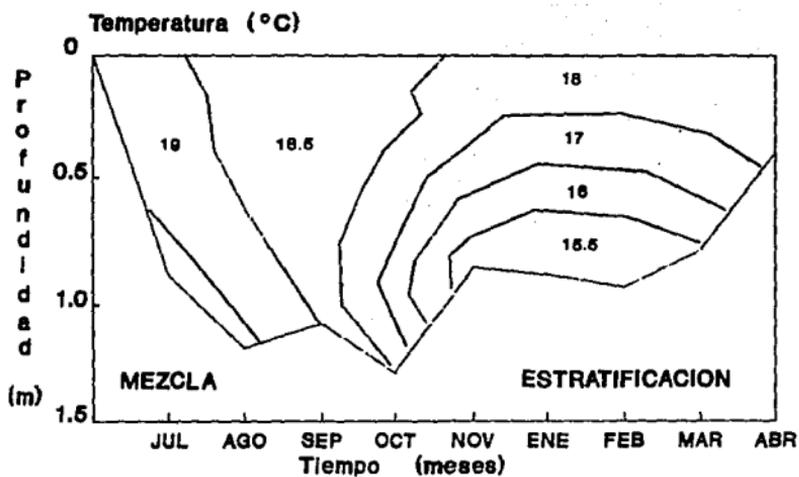
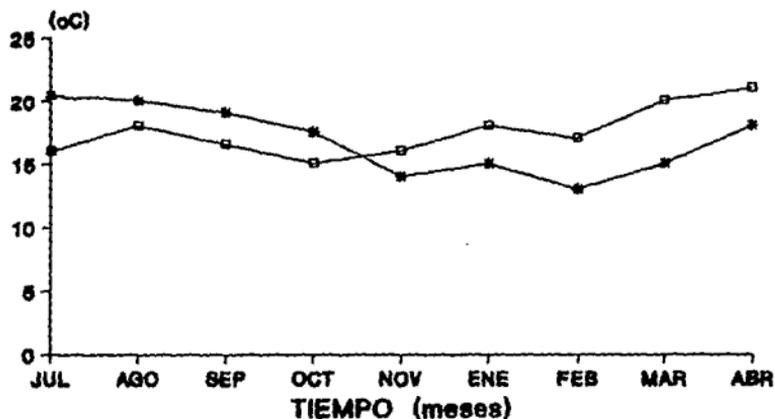
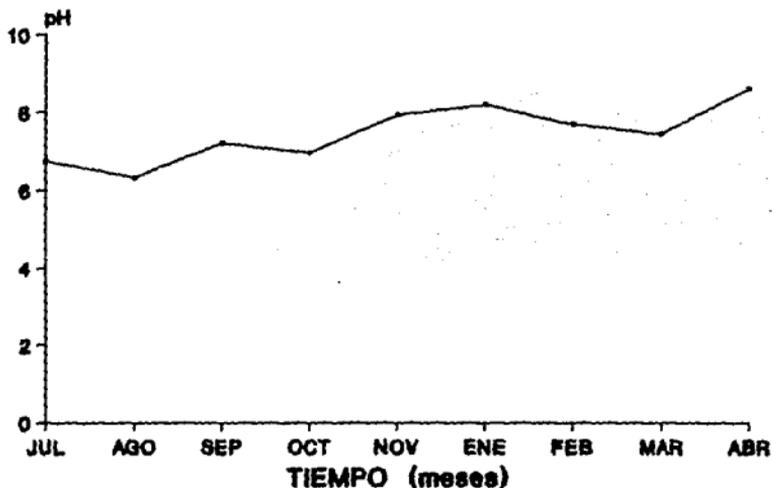


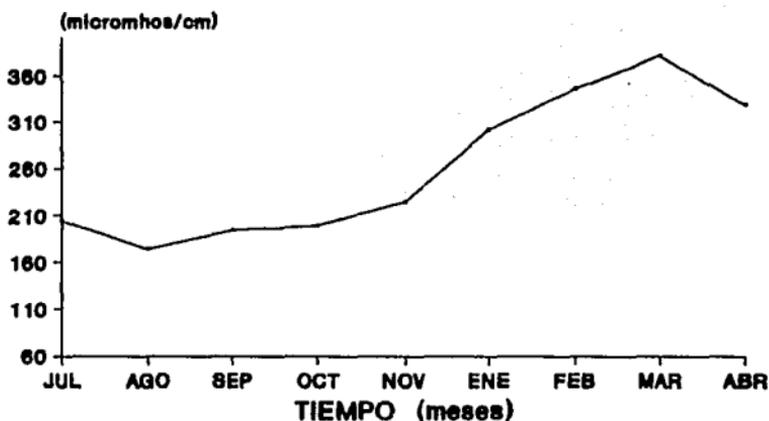
FIGURA 15. Diagrama Espacio-Tiempo-Temperatura de la Presa Cantarranas.



—□— TEMP. AMBIENTE    —\*— TEMP. AGUA  
**FIGURA 14. Variaciones de las Temperaturas en el Presa Cantarranas.**

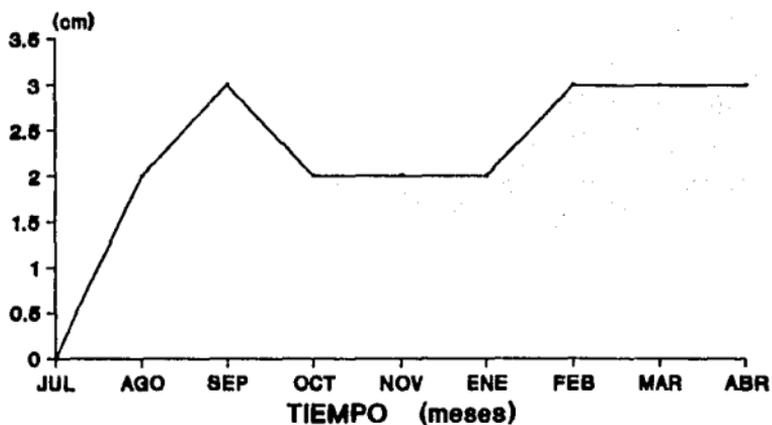


**FIGURA 16. Variaciones del pH en la Presa Cantarranas.**



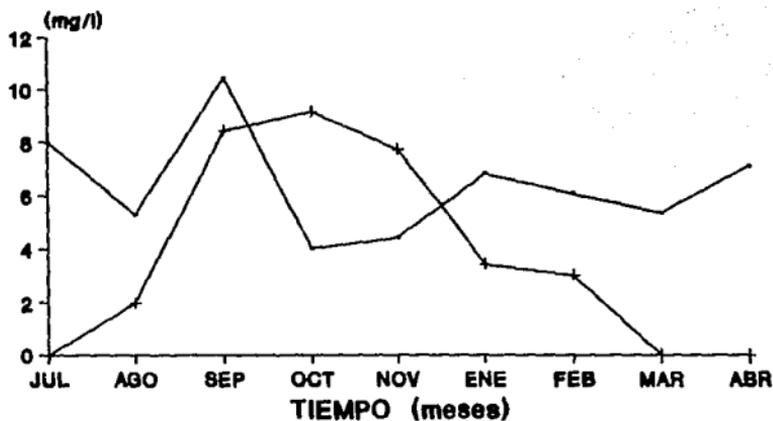
— CONDUCTIVIDAD

**FIGURA 17. Variaciones de la Conductividad en la Presa Cantarranas.**

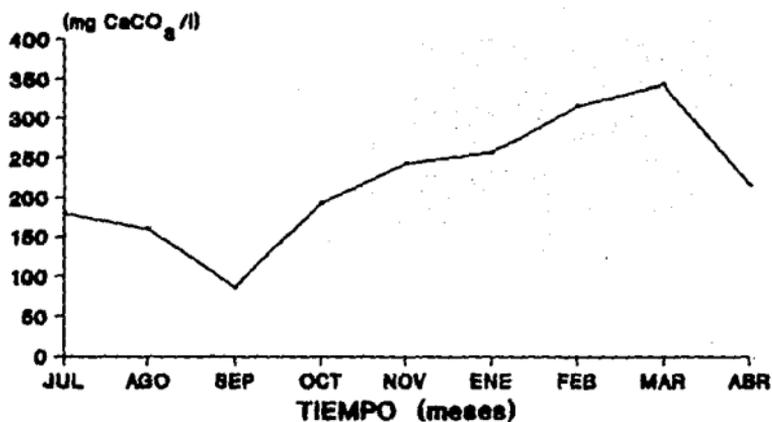


— VISIBILIDAD

**FIGURA 18. Variaciones de la Visibilidad en la Presa Cantarranas.**

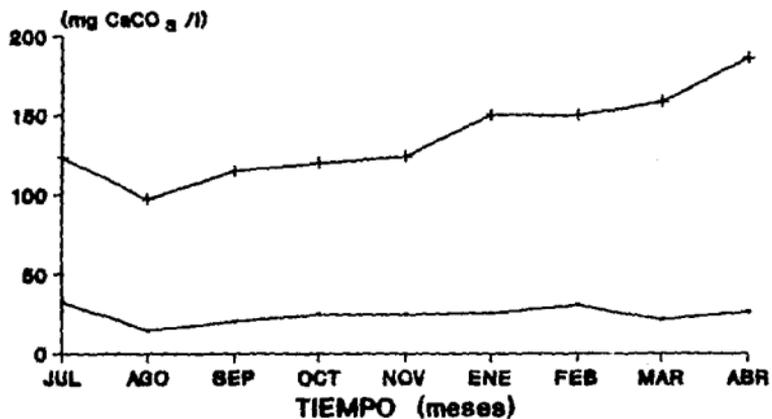


— OXIGENO —+— BIOXIDO DE CARBONO  
**FIGURA 19. Variaciones del Oxígeno y Bióxido de Carbono en la Presa Cantarranas.**



— ALCALINIDAD

FIGURA 20. Variaciones de la Alcalinidad en la Presa Cantarranas.



— DZA. CALCIO    + DZA. TOTAL

FIGURA 21. Variaciones de las Durezas de Calcio y Total en la Presa Cantarranas.

## Plancton:

El fitoplancton como el zooplancton, son elementos importantes en la transformación de la energía acumulada necesaria para otros niveles tróficos y constituyen la unidad básica de producción de materia orgánica en los ecosistemas acuáticos; su abundancia y distribución dependen de su adaptación a las características abióticas (temperatura, luz, oxígeno disuelto, concentración de nutrimentos tanto orgánicos como inorgánicos) y bióticas (depredadores, parásitos y competencia) (González, 1988).

Aunque pocas especies de peces se alimentan directa y exclusivamente de fitoplancton, su abundancia favorece el aumento de la producción de zooplancton y bentos que sirven de alimento para los peces; de esta manera las mediciones de la productividad fitoplanctónica o de la abundancia del plancton pueden ser usadas como índices de una producción potencial de peces en los sistemas acuáticos (Boyd, 1982).

## CUAUTEPEC

### FITOPLANCTON:

La máxima concentración de organismos fitoplanctónicos se reportó en el mes de septiembre con 38,771 org/l y 52,749 org/l en las estaciones I y II respectivamente, mientras que la mínima se reportó en abril con 592 org/l en la estación I y en marzo con 3000 org/l en la estación II. (Figura 22).

Estos máximos y mínimos están muy relacionados con las fluctuaciones de volumen y las variaciones estacionales caracterizadas principalmente por los cambios de temperatura. La reducción del volumen y de la temperatura del agua en el sistema limitaron la producción de fitoplancton en los meses de marzo y

abril ya que la absorción de la luz se vió atenuada por la gran cantidad de partículas suspendidas en el agua (principalmente arcillas) y por los compuestos orgánicos disueltos, lo cual disminuyó la zona fótica y por lo tanto, declinó la abundancia del fitoplancton.

Las variaciones entre estaciones, es decir, la distribución horizontal se debe a la acción de los vientos que en ocasiones provoca aglomeración de las formas que flotan, también influye la preferencia de ciertas especies por alguna zona particular del sistema en la cual tienden a concentrarse contribuyendo a su distribución horizontal, (González, 1988).

Es importante mencionar que al existir una entrada de agua en la época de lluvias, el sistema cambia física y químicamente (se modifica la turbiedad del agua y su contenido en sustancias nutritivas), lo que afecta directamente al fitoplancton, ya que el acarreo de materia orgánica hacia el sistema, provoca consumo elevado de oxígeno para su descomposición. Al existir materia orgánica en suspensión, la luz es absorbida y existe menor penetración de la misma y se reduce la zona fótica; así mismo, también ocurre una remoción en el fondo del sistema aumentando los sólidos en suspensión; posteriormente al existir una concentración de todos estos materiales, iones y sales disueltos, provoca que el fitoplancton disminuya. Este proceso se observa a partir de noviembre hacia el invierno y posteriormente en la época de estio (Figura 22), a esto se une la disminución de la temperatura en el sistema ya que de septiembre a febrero la temperatura disminuye.

Este comportamiento del fitoplancton se observa en las estaciones I y II. La disminución de la temperatura a partir de septiembre, afectó la densidad del fitoplancton en los meses siguientes (Figura 22), esto se corrobora con lo reportado por Wetzel (1981); quien menciona que el crecimiento de las algas y las tasas fotosintéticas están directamente relacionados con la

temperatura, ya que al existir variaciones de esta en el sistema, el fitoplancton puede adaptarse o verse afectado disminuyendo su número, dado por las relaciones entre su metabolismo y la luz.

Se encontraron 5 divisiones de fitoplancton: Clorofíceas, Cianofíceas, Bacilariofíceas, Euglenofíceas y Pirofíceas; de las cuales, las clorofíceas fueron las más abundantes así mismo, las menos abundantes fueron las pirofíceas. La menor densidad de organismos por litro se encontró en noviembre, mientras que la mayor densidad se reportó en el mes de febrero (Tabla 5). Estas diferencias cualitativas entre las especies del fitoplancton tienen efecto sobre la cadena alimenticia del sistema, de ahí la importancia económica de un análisis cuantitativo (Margalef, 1983); para que mediante ese análisis se de un indicador del estado trófico del sistema.

Margalef (1983) propone que en aguas eutróficas se encuentran de 100 a 10,000 org/ml; y se caracterizan por presentar una gran cantidad de nutrimentos y una producción orgánica elevada además de poblaciones altas de cianofitas. En el sistema Cuauhtepéc tenemos 115 org/ml para la estación I y 109 org/ml para la estación II; por lo tanto, podemos considerar al sistema como moderadamente eutrófico representado por 5 divisiones de fitoplancton y como indicadores las cianofíceas que aunque no son muy abundantes se encuentran presentes en el sistema.

El sistema Cuauhtepéc recibe nutrientes a través de la meteorización de las rocas y suelos que rodean al sistema, esto se incrementa en la época de lluvias, por el acarreo en la cuenca hidrogáfica y como resultado de actividades humanas que vierten abonos del ganado, fertilizantes y desechos de la agricultura que se practica aledañosamente a este sistema con gran intensidad, provocando un flujo de energía que incrementa la productividad del sistema.

## ZOOPLANCTON:

El zooplancton tiene un papel vital en las cadenas tróficas de los cuerpos de agua, es el principal constituyente de la dieta de todas las crías de peces; algunas especies de importancia comercial ingieren grandes cantidades cuando llegan al estado adulto.

Los grupos más comunes en las aguas dulces de México son los cladóceros, copépodos y rotíferos; su variación y distribución en los cuerpos de agua depende fundamentalmente de las condiciones climáticas y edáficas, que a su vez inciden en la calidad del agua. (Telles y Motte, 1982); (Wetzel, 1981).

Al mismo tiempo el zooplancton herbívoro, utiliza la materia orgánica en suspensión previamente elaborada por las algas de tal manera que la producción depende, también de la cantidad y calidad del alimento disponible (González, 1988).

El zooplancton del sistema Cuauhtepac se encontró constituido por los 3 grupos antes mencionados registrando variación a lo largo del tiempo. La máxima densidad de cladóceros fué en el mes de enero con 568 org/l; para copépodos en el mes de agosto con 227 org/l y rotíferos en noviembre con 495 org/l, para la estación I y en la estación II los cladóceros alcanzaron su máximo también en enero con 996 org/l, los copépodos en marzo con 305 org/l y los rotíferos en enero con 1092 org/l. (Tabla 5).

En la figura 22 observamos que el zooplancton de una densidad mínima en el mes de julio sube hasta alcanzar su máximo en enero y después disminuye, pero en marzo y abril empieza a ascender, esto se observó en la estación I y II.

Los rotíferos fueron más abundantes con 3342 org/l, enseguida cladóceros con 2551 org/l y por último copépodos con 1485 org/l. La baja densidad en el mes de julio de 1991 se debe a

que el pH reportado fue ácido (6.35) y el oxígeno disuelto se encontraba en su mínima concentración (4.68), también las durezas total y al calcio se encontraban en su mayor concentración (110 y 101.15 mg/l respectivamente) de donde se deduce que las variaciones químicas del agua afectan en primer lugar al fitoplancton (Tabla 5) y enseguida al zooplancton. Telles y Motte, (1982) mencionan que las condiciones químicas del agua también influyen en la distribución y desarrollo del zooplancton. Siendo que las densidades de zooplancton encontradas de los 3 grupos en ese mes no son las adecuadas para esas condiciones, al mismo tiempo la adaptación a la vida en este tipo de aguas se lleva a cabo a través de una rápida reproducción que tiene lugar en primavera y verano y con distintos caminos en su ciclo de vida y métodos de reproducción.

En aguas eutróficas los cladóceros pueden llegar a 1,000 org/l. En este sistema se registraron entre 100 y 568 org/l, los copépodos llegan como máximo a algunos centenares por litro en las mismas aguas; la densidad registrada para estos organismos fue entre 14 y 227 org/l, en el caso de los rotíferos, las concentraciones máximas se sitúan en el orden de 10,000 org/l, para este sistema se encontraron densidades entre 2 y 495 org/l (tabla 5) (González, 1988). Por lo tanto, este sistema se puede considerar moderadamente eutrófico; además de que existe un efecto regulador sobre las poblaciones planctónicas, dado que los peces que se cultivaron son de hábitos omnívoros. Boyd (1979 y 1982) menciona que las aguas con altos contenidos de nitrógeno y fósforo provocan aumentos en las densidades de los cladóceros y copépodos alcanzando densidades de 1000 org/l y de rotíferos más de 136,000 org/l. Estas densidades son muy altas en comparación con las registradas en este sistema por lo cual suponemos que la concentración de estos nutrientes es baja.

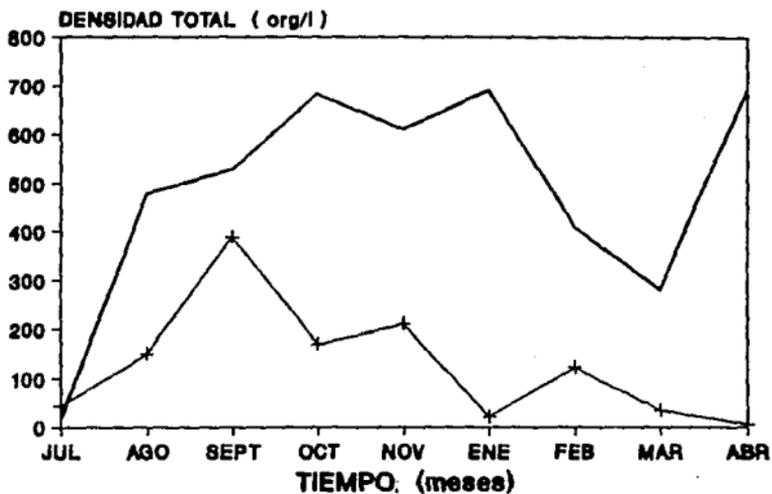
ZOOPLANCTON CUAUTEPEC										PROMEDIO ENTRE ESTACIONES
ESTACION - I					ESTACION - II					
MES	CLADOCEROS	COPEPODOS	ROTIFEROS	TOTAL	CLADOCEROS	COPEPODOS	ROTIFEROS	TOTAL		
JUL	3	14	2	19	4	19	5	28	23.5	
AGO	142	227	110	479	31	19	38	87	283.0	
SEP	36	32	460	528	32	84	416	532	530.0	
OCT	118	91	475	684	40	47	273	361	522.5	
NOV	62	53	495	610	23	20	139	182	396.5	
ENE	568	103	21	692	996	88	7	1092	892.0	
FEB	34	22	356	412	22	12	133	165	288.5	
MAR	106	163	14	283	196	305	29	531	407.0	
ABR	138	186	369	693	*	*	*	*	694.0	
TOTAL	1207	981	2302	4400	1344	594	1094	2978	4037.0	

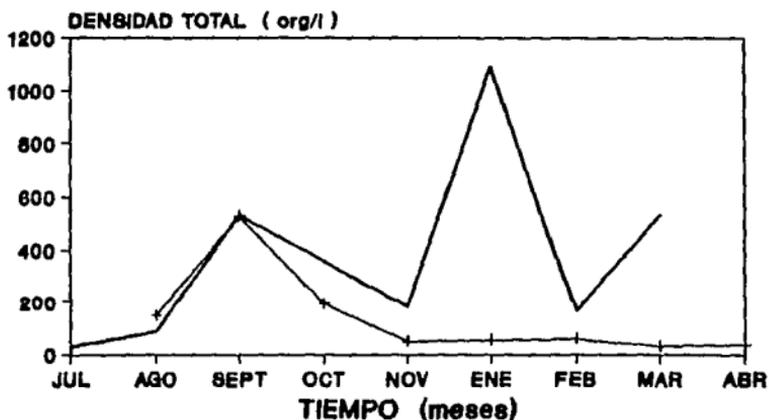
FITOPLANCTON CUAUTEPEC													PROMEDIO ENTRE ESTACIONES
ESTACION - I							ESTACION - II						
MES	CLORO-FICEAS	CIAMO-FICEAS	BACILA-RIOFI-CEAS	EUGLE-FICEAS	PI-RRROFI-CEAS	TOTAL	CLORO-FICEAS	CIAMO-FICEAS	BACILA-RIOFI-CEAS	EUGLE-FICEAS	PIRRRO-FICEAS	TOTAL	
JUL	4140	40	167	*	*	4347	*	*	*	*	*	*	
AGO	14460	231	308	154	*	15152	10691	154	3230	769	*	14845	14898.0
SEP	38365	38	330	38	*	38771	51384	294	1016	321	*	57749	45760.0
OCT	923	461	12922	*	*	17076	6461	*	6461	*	6461	19384	18230.0
NOV	10460	2153	8614	*	*	21227	1846	923	2076	*	*	4845	13036.0
ENE	206	469	1275	19	37	2044	545	1032	3210	381	142	5310	3677.0
FEB	6050	*	5711	519	*	12460	2516	*	3251	189	*	5956	9208.0
MAR	2154	231	769	231	*	3384	2000	154	692	154	*	3000	3192.0
ABR	40	24	368	48	112	592	1384	461	1154	*	461	3461	2026.5
TOTAL	76798	3647	30464	1009	149	115053	76827	3881	21090	1814	7064	109550	110127.5

TABLA 5. Densidad total (org/lit.) de ZOOPLANCTON y FITOPLANCTON en la Presa Cuauhtepac.

### ESTACION I



### ESTACION II



— ZOOPLANCTON    + FITOPLANCTON

FIGURA 22. Comportamiento del Plancton en la Presa Cuautepec por estaciones. (Fitoplancton org/l X 100).

## CANTARRANAS

### FITOPLANCTON.

La densidad máxima para este sistema fue encontrada en el mes de febrero con 132.367 org/l y 109.622 org/l para las estaciones I y II respectivamente. Se registraron 5 divisiones de fitoplancton: Cloroficeas, Cianoficeas, Bacilarioficeas, Euglenoficeas y Piroficeas, siendo las cloroficeas las más abundantes. En noviembre se encontró el menor número de org/l. Las piroficeas fueron las menos abundantes ya que sólo se registraron en abril en la estación I. (tabla 6).

En el sistema Cantarranas también existe una entrada de agua en la época de lluvia cambiando las condiciones físicas y químicas del agua, ya que con el acarreo de materia orgánica e inorgánica, la zona fótica se reduce y la penetración de la luz es menor, afectando así, la cantidad y diversidad de especies de fitoplancton.

Al igual que el sistema Cuauhtepac, el fitoplancton del sistema Cantarranas comienza a disminuir cuando baja la temperatura del agua, conforme se acerca la época invernal y a partir de febrero cuando la temperatura del agua incrementa la densidad de fitoplancton aumenta también (Figura 23). En el sistema Cantarranas es mucho más abundante el fitoplancton que en Cuauhtepac, ya que se tienen 444 org/ml en la estación I contra 115 org/ml de Cuauhtepac y 327 org/ml contra 110 org/ml en la estación II y comparado con lo establecido por Margalef (1983) que en aguas eutróficas se encuentra de 100 a 10,000 org/ml; se puede caracterizar al sistema Cantarranas como un sistema moderadamente eutrófico pero aún más que Cuauhtepac, además de presentar un alto contenido de nutrientes y producción orgánica elevada con poblaciones de cianofitas muy elevadas, así como un gran número de cloroficeas.

El sistema Cantarranas también recibe nutrientes a través de la meteorización de rocas y suelos que rodean al sistema y como resultado de la actividad humana ya que se vierten abonos del ganado que utilizan el sistema como abrevadero y de los fertilizantes utilizados en la agricultura que se efectúa aledañosamente. Todo esto provoca un flujo de energía que incrementa la productividad del sistema (Odum, 1981). Este sistema se puede considerar como un cuerpo de agua adecuado para el mantenimiento de las especies de peces que ahí se encuentran.

Comparando el sistema Cantarranas con Cuauhtepac, el promedio total de organismos entre las dos estaciones es Cantarranas 385,528 org/l y Cuauhtepac 112,301 org/l, Lo que demuestra que es más productivo el sistema Cantarranas en cuanto a las poblaciones de algas y nutrientes.

#### ZOOPLANCTON:

En el sistema Cantarranas el zooplancton está constituido por los tres grupos que predominan en las aguas dulces de México: cladóceros, copépodos y rotíferos; se registra también una variación a lo largo del tiempo entre ellas, como en el sistema Cuauhtepac, la máxima densidad de cladóceros en el mes de marzo con 725 org/l, para copépodos en el mes de julio con 489 org/l y para los rotíferos fué en noviembre con 1251 org/l en la estación I (tabla 6); en la estación II los cladóceros tienen su máximo también en marzo con 448 org/l; los copépodos en julio con 359 org/l; y los rotíferos igual que la estación I en noviembre con 1539 org/l.

Es importante resaltar que los rotíferos tienen su máxima densidad en noviembre tanto en el sistema Cantarranas como en Cuauhtepac, también los copépodos, sólo que en este caso con un mes de diferencia en las dos estaciones y para los cladóceros aparentemente es más la diferencia en cuanto al tiempo pero al

observar los datos de las tablas 5 y 6 se encuentra que en Cantarranas la segunda mayor densidad es precisamente en enero con 609 org/l. Esto se debe a que los sistemas se encuentran cercanos entre sí, y las condiciones climáticas son iguales, y tienen una influencia sobre las variaciones dentro del sistema de uno u otro grupo a lo largo de un ciclo anual. De igual manera las actividades agropecuarias y humanas que se desarrollan alrededor de los dos sistemas inciden directamente en la producción planctónica y piscícola que existen en los dos sistemas.

En la figura 23 se puede observar que el comportamiento del zooplancton es inverso al del fitoplancton en el mes de noviembre cuando la temperatura del agua desciende hasta 14°C; estos máximos en el zooplancton se deben principalmente a las densidades reportadas para los rotíferos que son los organismos más adaptados a las condiciones del sistema es decir, a la baja temperatura del agua y la escasez de alimento y materia orgánica proveniente del fitoplancton lo que coincide con lo que algunos autores reportan sobre la adaptabilidad de algunas especies de zooplancton a las condiciones climatológicas de una zona determinada.

En aguas eutróficas los cladóceros pueden llegar a 1,000 org/l en este sistema se encuentran desde 26 hasta 725 org/l. Los copépodos llegan como un máximo a algunos centenares/l y se registran entre 13 y 489 org/l. Las máximas concentraciones de rotíferos en aguas eutróficas llegan hasta 10,000 org/l y en este sistema se registran entre 11 y 1539 org/l. Por lo tanto, el sistema Cantarranas también se considera como moderadamente eutrófico.

Comparando los sistemas Cantarranas y Cuatepec, el promedio entre las estaciones I y II para los 3 grupos de

zooplancton en Cantarranas es: Cladóceros 1735 org/l; Copépodos 1544 org/l, Rotíferos 4744 org/l y en Cuauhtepic: Cladóceros 1275 org/l; Copépodos 743 org/l, Rotíferos 1671 org/l.

El promedio total de organismos a lo largo del tiempo demuestra que en Cantarranas existen 8072 org/l y en Cuauhtepic 3689 org/l. Ubicando al sistema Cantarranas como el más productivo y rico en nutrientes y su estado trófico es más avanzado.

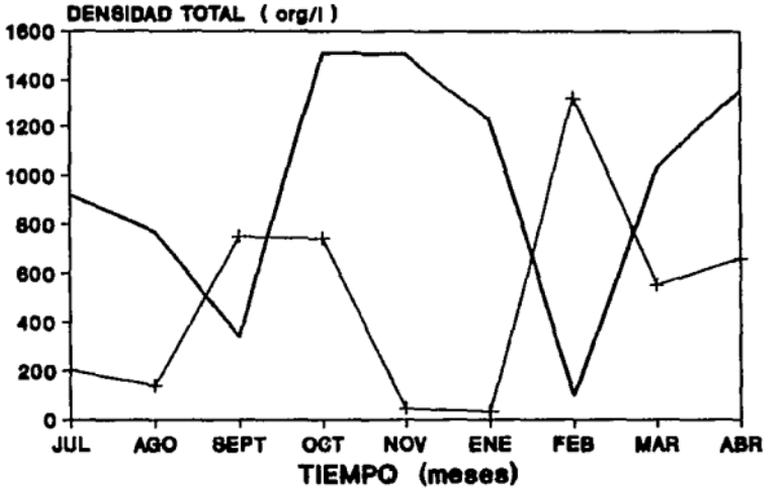
ZOOPLANCTON CANTARRANAS										PROMEDIO ENTRE ESTACIONES
ESTACION - I					ESTACION - II					
MES	CLADOCEROS	COPEPODOS	ROTIFEROS	TOTAL	CLADOCEROS	COPEPODOS	ROTIFEROS	TOTAL		
JUL	245	489	186	920	200	359	226	785	852.5	
AGO	54	52	664	770	68	99	665	833	802.0	
SEP	24	79	238	341	24	64	459	549	445.0	
OCT	268	171	1072	1511	161	149	873	1183	1347.0	
NOV	59	281	1251	1511	117	264	1539	1921	1715.5	
ENE	609	407	136	1232	138	170	74	373	802.0	
FEB	26	13	60	99	52	13	407	471	285.0	
MAR	725	266	38	1029	448	183	27	659	844.0	
ABR	37	18	1271	1326	224	11	368	603	979.0	
TOTAL	2047	1776	4916	8768	1424	1312	4638	7377	8072.0	

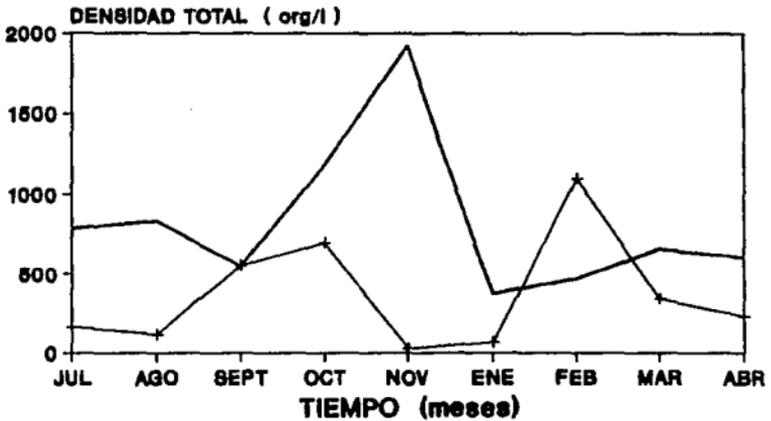
FITOPLANCTON CANTARRANAS												PROMEDIO ENTRE ESTACIONES	
ESTACION - I						ESTACION - II							
MES	CLORO-FICEAS	CIANO-FICEAS	BACILARIOFICEAS	EUGLE-FICEAS	PIRROFICEAS	TOTAL	CLORO-FICEAS	CIANO-FICEAS	BACILARIOFICEAS	EUGLE-FICEAS	PIRRO-FICEAS		TOTAL
JUL	9537	615	9230	769	*	20152	5692	308	7538	2615	*	16152	18152.0
AGO	13274	24	91	459	*	13848	10858	17	42	242	*	11158	12503.0
SEP	73637	103	990	206	*	74936	54850	139	430	83	*	55502	65289.0
OCT	71390	1119	559	1081	*	74094	67138	1119	559	559	*	69375	71734.0
NOV	2423	154	615	307	*	4387	1832	45	396	154	*	2427	3367.0
ENE	2384	*	230	461	*	3077	4000	*	1230	923	*	6153	4615.0
FEB	112200	2200	17233	733	*	132367	93230	985	15102	305	*	109622	120994.0
MAR	37843	13230	3538	615	*	55227	21896	9562	2186	123	*	33767	29297.0
ABR	64012	363	1177	303	216	66072	22446	19	291	134	*	22890	44485.0
TOTAL	386700	17808	33663	4934	216	444010	281942	12194	27774	5138	*	327046	370366.0

TABLA 6. Densidad total (org/lt.) de ZOOPLANCTON y FITOPLANCTON en la Presa Cantarranas.

### ESTACION I



### ESTACION II



— ZOOPLANKTON + FITOPLANKTON

FIGURA 23. Comportamiento del Plancton en la Presa Cantarranas por estaciones. (Fitoplancton org/l X 100).

## **Crecimiento:**

El crecimiento de los peces ha sido y es en la actualidad uno de los temas de investigación más importantes e interesantes que ha ocupado gran parte del quehacer de numerosos científicos que durante el desarrollo de las investigaciones de éste fenómeno, han logrado conocer bastante acerca de detalles sobre los procesos biológicos del crecimiento orgánico, tales como: los mecanismos de la nutrición, la influencia de las vitaminas y de las hormonas durante el proceso de crecimiento, entre otros. Sin embargo, pocos científicos han estudiado el crecimiento a partir de principios y leyes cuantitativas. (Gallardo, 1986).

El término crecimiento significa cambios en la magnitud, la variable que cambia puede ser la longitud o alguna otra dimensión física como el volumen, el peso o masa obtenida de todo el cuerpo del pez o de uno o varios de sus órganos. También puede cuantificarse el contenido de proteínas, lípidos u otros constituyentes químicos del cuerpo o el contenido de calorías (energía) del cuerpo o de algunos de los tejidos que lo componen. El crecimiento puede obtenerse conociendo el cambio en el número de animales en las poblaciones, anotando los cambios en talla y cantidad; finalmente el crecimiento se manifiesta por el incremento de tamaño en el organismo ocasionado por estas variables y procesos metabólicos (Weatherley, 1987).

Dentro del programa operativo de 1990 efectuado por la Secretaría de Pesca en el estado de Hidalgo, se presentó la fase de siembra y repoblación de embalses, lo que provocó una incorporación de un mayor número de embalses al proceso productivo de peces, en los que son atendidos los sistemas Cuautepec y Cantarranas en el municipio de Acatlán, pertenecientes al Distrito de Desarrollo Rural 065 Tulancingo, en donde operan 82 embalses (Secretaría de Pesca, 1990). En este documento sólo se menciona el número de crías que se

introdujeron, pero no las especies; de ahí que el hecho de que en este apartado sólo se mencionan las especies que se encontraron en cada sistema desde el primer muestreo.

CUAUTEPEC:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL ORG. MUESTREADOS	Lmáx (cm)	Wmáx (g)
Carpa Común	<i>Cyprinus carpio communis</i>	95	16.4	141.5
Carpa Barrigona	<i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i>	457	17.5	143.9
Carpa Herbívora	<i>Ctenopharygodon idellus</i>	85	21.3	181.5
Carpa Israel	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	20	15.2	103.4

CANTARRANAS:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL ORG. MUESTREADOS	Lmáx (cm)	Wmáx (g)
Carpa Común	<i>Cyprinus carpio communis</i>	181	21.2	329.0
Carpa Barrigona	<i>Cyprinus carpio rubrofuscus</i>	589	22.0	347.9
Carpa Herbívora	<i>Ctenopharygodon idellus</i>	52	20.7	138.2
Carpa Israel	<i>Cyprinus carpio specularis</i>	40	15.5	142.5
Tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>	33	15.5	109.8

**Relación Peso-Longitud:**

Dentro de la biología pesquera uno de los casos donde la relación entre dos variables no es lineal, es la relación peso-longitud dada por la siguiente ecuación:

$$W = a L^b$$

Esta ecuación indica que el Peso (W) es proporcional a una cierta potencia (b) de la Longitud (L). Así cuando se establece la relación entre las variables W y L a partir de un análisis de regresión, se cuantifica la relación que existe entre estas variables cuyo modelo es potencial. (Pauly, 1984) (Figuras 24 y 25).

Para verificar el tipo de crecimiento que presentaron los peces, se aplicó una prueba de hipótesis a los valores de la pendiente de la recta de regresión ( b ) para determinar si son o no significativamente iguales a 3 (Salgado, 1985).

Para la carpa común el valor de b es diferente de 3 y su crecimiento es Alométrico, es decir, el crecimiento no es proporcional entre la longitud y el peso (Tabla 7), (Everhart, 1981).

Para la carpa barrigona en este sistema, el valor de b es diferente de 3 y su crecimiento también es de tipo Alométrico (Tabla 7). Las ecuaciones que representan lo anterior son:

$$W = 0.001393 L^{2.78920} \quad (\text{Carpa común})$$

$$W = 0.008569 L^{2.44214} \quad (\text{Carpa barrigona})$$

## Ecuación Von Bertalanffy:

Los resultados del análisis del método de Petersen muestran que se tienen 4 clases de talla tanto para la carpa común como, para la carpa barrigona (Tabla 8).

Se obtuvo para carpa común una longitud máxima de 18.25 cm. y para la carpa barrigona una 18.16cm (Figura 26). Los parámetros  $k$  y  $t_0$  se estimaron por el método de Beverton Y Holt (Tabla, 8). De esta manera la ecuación de Von Bertalanffy para las dos especies queda como:

$$L_t = 18.25 ( 1 - e^{-0.5539 (t-0.5763)} ) \quad (\text{Carpa común})$$

$$L_t = 18.16 ( 1 - e^{-0.4738 (t-0.3213)} ) \quad (\text{Carpa barrigona})$$

Las ecuaciones de Von Bertalanffy para peso son las siguientes:

$$W_t = 217.79 ( 1 - e^{-0.5539 (t-0.5763)} )^{2.7392} \quad (\text{Carpa común})$$

$$W_t = 281.8 ( 1 - e^{-0.4738 (t-0.3213)} )^{2.4421} \quad (\text{Carpa barrigona})$$

En las figuras 27 y 28 se observan las curvas de crecimiento que representan a las ecuaciones antes mencionadas; en estas curvas la tasa de crecimiento es la más alta en edades juveniles y decrece continuamente, aproximándose a la asíntota, a medida que los peces alcanzan edades mayores. Para la carpas

común y barrigona se alcanzó un máximo crecimiento tanto en longitud como en peso al octavo mes, desde el primer mes de muestreo.

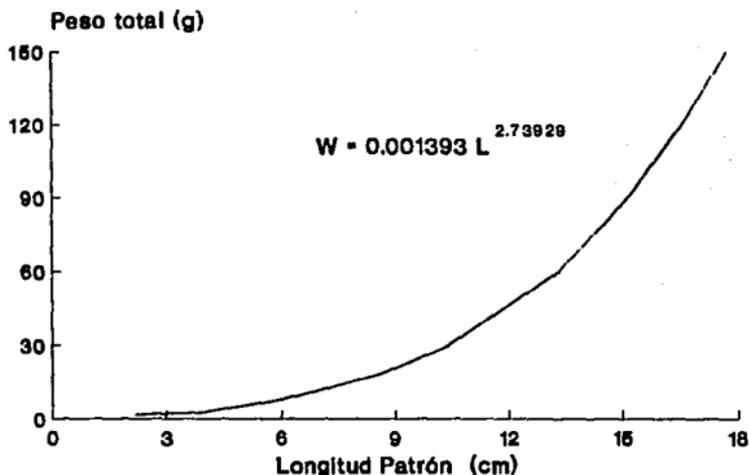
**NOTA:** Los valores de  $L_{\infty}$  se reportan en cm.; para la determinación del  $W_{\infty}$  se convirtieron en mm.

CARPA COMUN:				
PARAMETRO	HIPOTESIS	t OBTENIDA	t TABLAS	CONCLUSION
a = 0.001392	Ho: b = 3	-44.609	1.9867	Se rechaza Ho.
b = 2.73429	Ha: b = 3			
r <sup>2</sup> = 97.07%	Niv. de			
r = 0.985253	conf. = 95%			
CARPA BARRIGONA:				
a = 0.008569	Ho: b = 3	-149.33	1.96	Se rechaza Ho.
b = 2.44214	Ha: b = 3			
r <sup>2</sup> = 94.37%	Niv. de			
r = 0.971423	conf. = 95%			

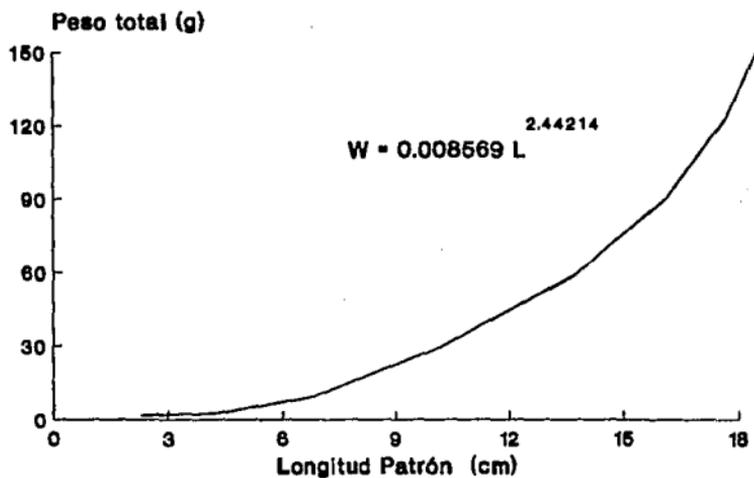
TABLA 7. Prueba de hipótesis para la pendiente de la recta de regresión de la Presa Cuauhtepac.

CARPA COMUN:				
CLASES DE TALLA	K	t <sub>0</sub>	L <sub>00</sub> (cm)	L <sub>max</sub> (cm)
4 - 10	0.5539	0.5763	18.25	16.4
10 - 13.5				
13.5 - 15.5				
$L_t = 18.25 (1 - e^{-0.5539 (t-0.5763)})$				
CARPA BARRIGONA:				
5 - 10	0.4738	0.3213	18.16	17.5
10 - 13				
13 - 15				
$L_t = 18.16 (1 - e^{-0.4738 (t-0.3213)})$				

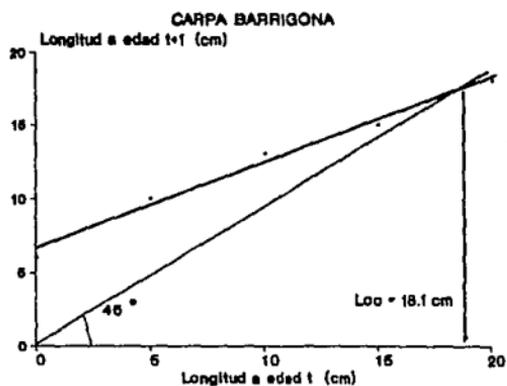
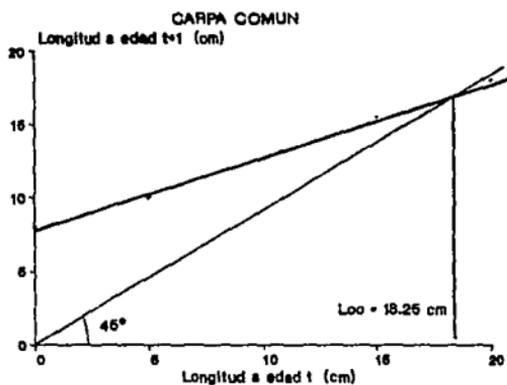
TABLA 8. Clases de edad estimadas por el Método de Petersen y parámetros de la Ec. de Von Bertalanffy para la Presa Cuauhtepac.



**FIGURA 24. Ajuste al Modelo de la Relación PESO-LONGITUD para la Carpa Común de la Presa Cuatepec.**



**FIGURA 25. Ajuste al Modelo de la Relación PESO-LONGITUD para la Carpa Barrigona de la Presa Cuatepec.**



**FIGURA 26.** Estimación de Loo por el Método de Ford Walford para la presa Cuatepec.

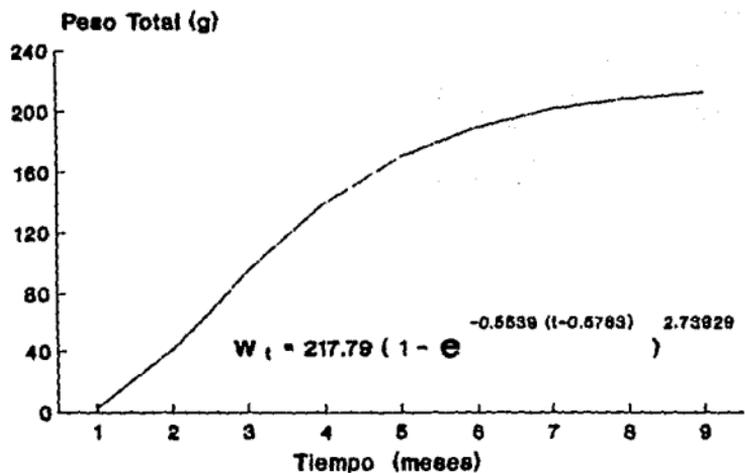
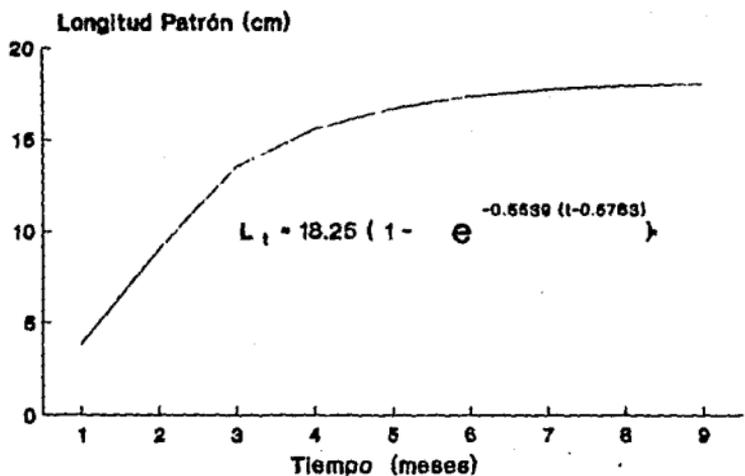


FIGURA 27. Curva de Von Bertalanffy para Longitud Patrón y Peso de la Carpa Común en la Presa Cuatepec.

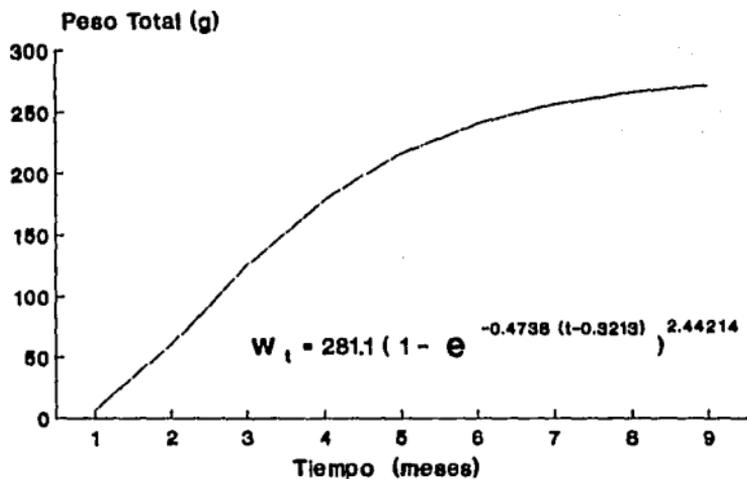
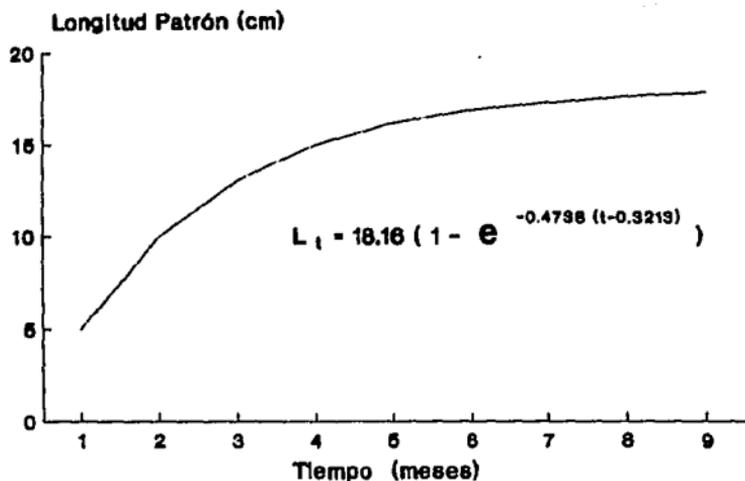


FIGURA 28. Curva de Von Bertalanffy para Longitud Patrón y Peso de la Carpa Barrigona en la Presa Cuautepec.

## CANTARRANAS

### Relación Peso-Longitud:

A los valores obtenidos de la pendiente de la recta de regresión que se efectuó entre el peso y la longitud, se les aplicó una prueba de hipótesis para verificar si son significativamente iguales o diferentes de 3 y saber que tipo de crecimiento presentaron las carpas común y barrigona en este sistema.

Para las carpas común y barrigona el valor de  $b$  obtenido es diferente de 3 y su crecimiento es alométrico negativo, es decir, que el crecimiento no es proporcional entre la longitud y el peso y está orientado hacia la longitud (Everhart, 1981), (Figuras 29 y 30), (Tabla 9).

Las ecuaciones de la relación peso-longitud, quedaron de la siguiente manera:

$$W = 0.00074923 L^{2.09271} \text{ (Carpa común)}$$

$$W = 0.00075302 L^{2.88308} \text{ (Carpa barrigona)}$$

Es importante mencionar que en la relación peso-longitud de las dos especies en los dos sistemas se observa un comportamiento de acuerdo al modelo descrito (modelo potencial); y existe una correlación y un grado de asociación muy alto entre las variables peso y longitud patrón (Figuras 29 y 30).

## Ecuación de Von Bertalanffy

Para determinar la edad de las dos especies de este sistema, también se utilizó el método de Petersen con el cual se obtuvieron las clases de talla y se determinó la  $L_{\infty}$  por medio de la variante del método de Ford Walford (Gulland, 1969), se obtuvo para la carpa común 4 clases de talla y para la carpa barrigona 3 clases de talla (Tabla 10).

Se obtuvo una  $L_{\infty} = 24.76$  cm para la carpa común y una  $L_{\infty} = 23.76$  cm para la carpa barrigona (Figura 31).

La ecuación de Von Bertalanffy obtenida para las dos especies es la siguiente:

$$L_t = 24.76 (1 - e^{-0.4455 (t-0.6165)}) \quad (\text{Carpa común})$$

$$L_t = 23.75 (1 - e^{-0.0066 (t-0.6025)}) \quad (\text{Carpa barrigona})$$

Las ecuaciones de Von Bertalanffy para el peso son las siguientes:

$$W_t = 784.82 (1 - e^{-0.4455 (t-0.6165)})^{2.99271} \quad (\text{Carpa común})$$

$$W_t = 532.13 (1 - e^{-0.0066 (t-0.6025)})^{2.88308} \quad (\text{Carpa barrigona})$$

En las figuras 32 y 33 se observan las curvas de crecimiento que representan a las ecuaciones antes mencionadas; en estas curvas la tasa de crecimiento es la más alta en edades juveniles y decrece continuamente, aproximándose a la asíntota, a medida que los peces alcanzan edades mayores.

En los sistemas Cuauhtepac y Cantarranas la carpa barrigona alcanzó mayor peso que la carpa común, pero la carpa barrigona de Cantarranas alcanzó mayor peso y longitud que las dos especies de carpas del sistema Cuauhtepac. De acuerdo al modelo de Von Bertalanffy, la carpa barrigona en el sistema Cuauhtepac alcanza una talla comercial al séptimo mes, desde el primer mes de muestreo (aproximadamente 253 g) mientras que la carpa común, después de los nueve meses, desde el primer mes de muestreo; por lo que se puede decir que presentaron un crecimiento continuo a lo largo del tiempo.

En el sistema Cantarranas, de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy, la carpa común alcanzó una talla comercial teórica al tercer mes desde el primer muestreo; la carpa barrigona también teóricamente al tercer mes, esto se debe a que en el primer muestreo ya se encontraron organismos adultos y no se tiene la fecha exacta de su introducción y la talla que alcanzaban en ese momento, por lo tanto, no es posible decir con exactitud a que edad alcanzan la talla comercial teórica en este sistema. Todo esto afectó la estimación exacta del tiempo que tardan las dos especies en alcanzar la talla comercial (Figuras 32 y 33).

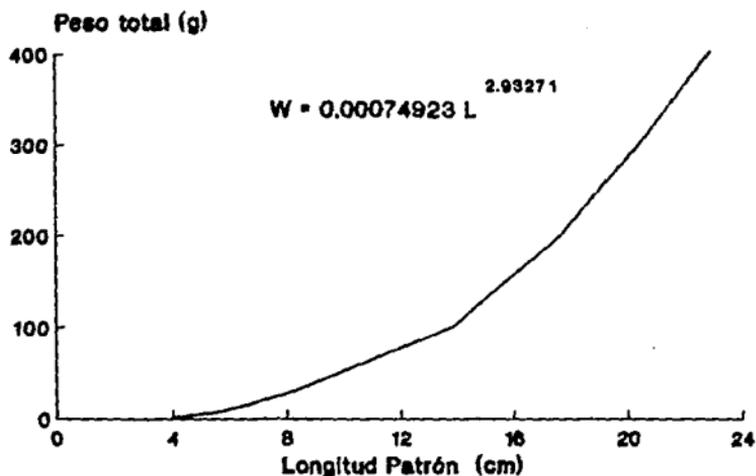
ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

CARPA COMUN:				
PARAMETRO	HIPOTESIS	t OBTENIDA	t TABLAS	CONCLUSION
a = 0.0007492	Ho: b = 3	-20.040	1.9733	Se rechaza Ho.
b = 2.93271	Ha: b = 3			
r <sup>2</sup> = 97.65%	Niv. de			
r = 0.988158	conf. = 95%			
CARPA BARRIGONA:				
a = 0.0007530	Ho: b = 3	-5.0039	1.96	Se rechaza Ho.
b = 2.88300	Ha: b = 3			
r <sup>2</sup> = 93.57%	Niv. de			
r = 0.967299	conf. = 95%			

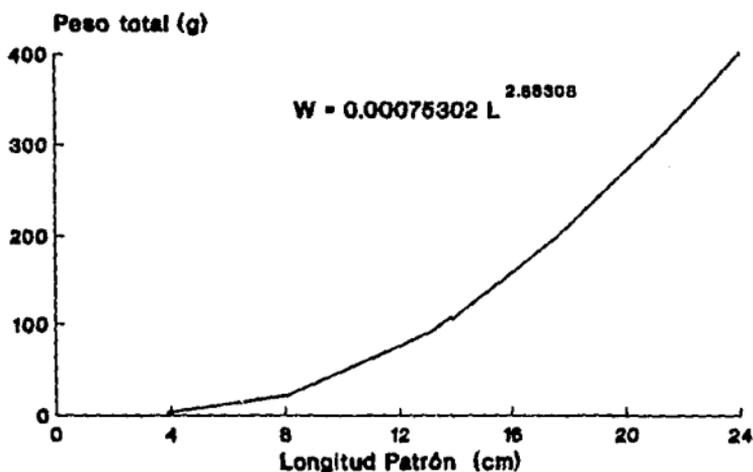
**TABLA 9. Prueba de hipotesis para la pendiente de la recta de regresion de la Presa Cantarranas.**

CARPA COMUN:				
CLASES DE TALLA	K	t <sub>0</sub>	L <sub>00</sub> (cm)	L <sub>max</sub> (cm)
4 - 11.0	0.4455	0.6165	24.76	21.2
11.0 - 15.5				
15.5 - 19.5				
$L_t = 24.76 ( 1 - e^{-0.4455 (t-0.6165)} )$				
CARPA BARRIGONA:				
7.2 - 17	0.9066	0.6025	23.75	22.0
17 - 21				
$L_t = 23.75 ( 1 - e^{-0.9066 (t-0.6025)} )$				

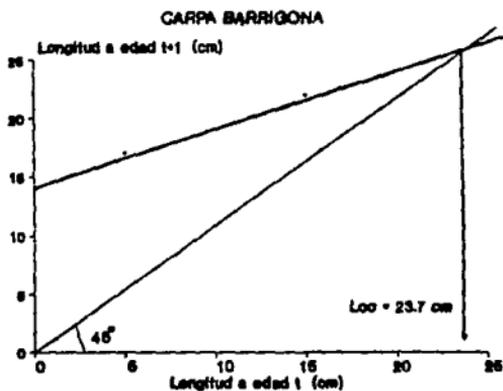
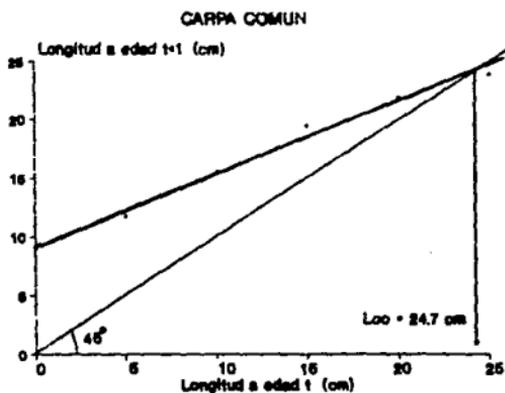
**TABLA 10. Clases de edad estimadas por el Metodo de Petersen y parametros de la Ec. de Von Bertalanffy para la Presa Cantarranas.**



**FIGURA 29.** Ajuste al Modelo de la Relación PESO-LONGITUD para la Carpa Común de la Presa Cantarranas.



**FIGURA 30.** Ajuste al Modelo de la Relación PESO-LONGITUD para la Carpa Barrigona de la Presa Cantarranas.



**FIGURA 31.** Estimación de  $L_{\infty}$  por el Método de Ford Walford para la Peesa Gantarranas.

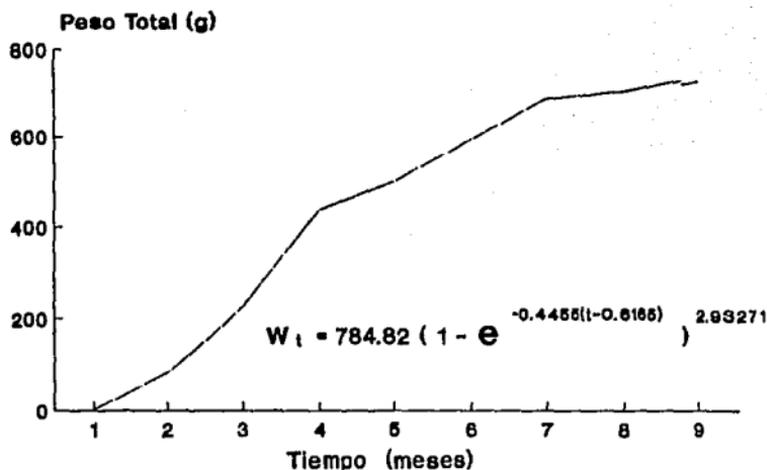
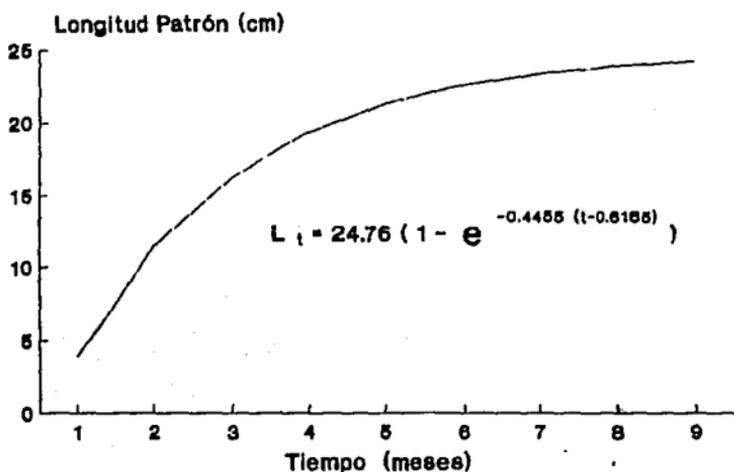


FIGURA 32. Curva de Von Bertalanffy para Longitud Patrón y Peso de la Carpa Común en la Presa Cantarranas.

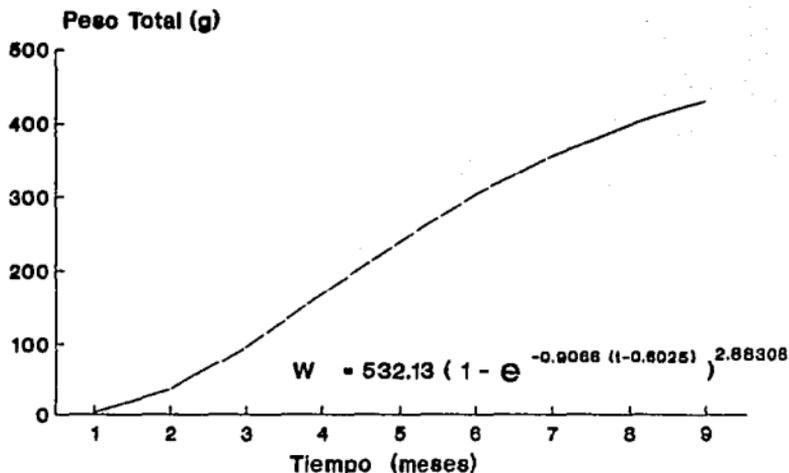
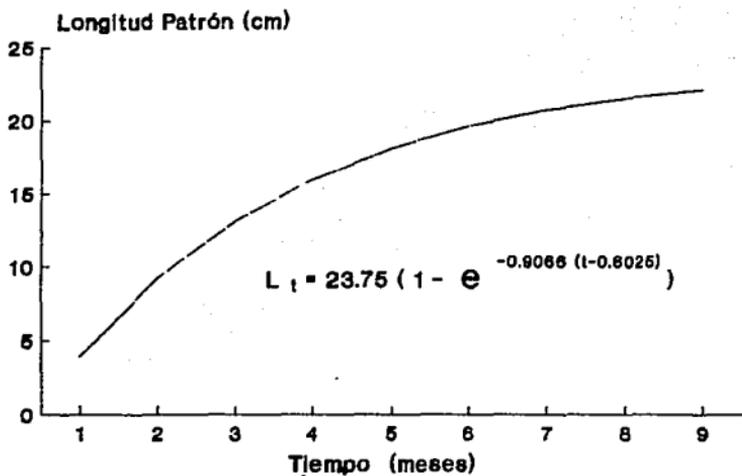


FIGURA 33. Curva de Von Bertalanffy para Longitud Patrón y Peso de la Carpa Barrigona en la Presa Cantarranas.

## Análisis Multivariado.

### CUAUTEPEC:

A partir de la técnica de Análisis de Factor se obtuvo que el 81.2% del porcentaje acumulado de la Varianza, se explica en los tres primeros factores; el factor I es el 52.4%; el factor II el 18.9% y el factor III el 9.9% (Tabla 11).

Tomando los valores de cada variable el factor I queda integrado por: El volumen, el oxígeno disuelto, la temperatura ambiente, la conductividad, el pH y la dureza al calcio; el factor II por: El área, el bióxido de carbono libre y la alcalinidad; el factor III por la visibilidad y la profundidad máxima. (Tabla 11).

De acuerdo a los resultados anteriores se establece que en este sistema la dinámica limnológica está determinada por las variaciones del volumen de acuerdo a la época del año (dilución y concentración), lo que trae como consecuencia un aumento y una disminución en los nutrientes, sales disueltas, gases y sólidos disueltos. Por otra parte las variables restantes constituyen el factor edáfico descrito por Henderson et al. (1973), que explica el comportamiento de este bordo e incluye al ciclo de carbono y a la conductividad; las demás variables están en los factores II y III, (Tabla 11); (Hernández y Peña, 1992; Arredondo y Flores, 1992 ).

Es importante mencionar que en este sistema al igual que en otros ya estudiados, el comportamiento térmico se ve afectado por la alta turbiedad, existiendo un mayor calentamiento en las capas superficiales de la columna de agua y un intervalo entre las temperaturas de superficie y fondo aún en la época de mezcla, de ahí la importancia de esta variable, que se encuentra también en el factor I: las variaciones oxígeno y bióxido de carbono disueltos, son importantes ya que estos gases tienen un papel

importante en el metabolismo, descomposición y reacciones químicas dentro del sistema.

Con las variables contenidas en el factor I, la longitud patron y el peso total obtenidos mensualmente de cada especie así como las densidades de fitoplancton y zooplancton, se realizaron correlaciones entre pares de variables, para obtener un porcentaje de asociación entre variables y observar que variables abióticas tienen mayor influencia sobre las bióticas; posteriormente el fitoplancton y el zooplancton con las demás variables sobre el peso y la longitud de las carpas para tener una idea de las variables que afectan en el crecimiento de estos peces en el sistema.. (Tabla 12).

Para el fitoplancton, la temperatura ambiente influye en su abundancia ya que las variaciones térmicas dentro del sistema tuvieron una relación muy marcada con la variación de la temperatura ambiental concidiendo con lo reportado por Daborn y Clifford (1974) para cuerpos de agua someros; en segundo término el zooplancton influye en la abundancia del fitoplancton ya que el zooplancton herbívoro utiliza en gran medida al fitoplancton, provocando cambios en su densidad, además también es afectado por las variaciones de conductividad y pH, debido a los cambios en las concentraciones de sales disueltas, CO<sub>2</sub> y material orgánico en suspensión, la cuales están determinadas por los cambios de volumen en el sistema (Tabla 12).

Para el zooplancton únicamente se encontró que la variable con mayor influencia en su abundancia es el fitoplancton, ya que es la base de la cadena alimenticia en los ecosistemas acuáticos y principalmente del zooplancton herbívoro, por lo tanto está sometido a la cantidad y calidad del fitoplancton (Tabla 12).

En el crecimiento en peso y longitud para la carpa barrigona, la variable de mayor influencia es el oxígeno disuelto. En este y otros sistemas eutróficos existen zonas en la

columna de agua en donde las concentraciones de oxígeno son muy bajas ya que este se ocupa en la oxidación de materia orgánica que es abundante y que proviene de los desechos del ganado que ahí abreva y de la agricultura que se efectúa cerca del sistema, esto afecta directamente a los peces ya que el oxígeno es indispensable para su respiración, para tener un buen metabolismo y por lo tanto un buen crecimiento.

Para la carpa común la variable de mayor influencia es el pH y en seguida la dureza al calcio que como se ha mencionado se debe a los cambios limnológicos en la fase de concentración que provoca un aumento marcado en los valores de estas variable, junto con la conductividad y disminución de oxígeno dando así, una fase crítica en el embalse y creando condiciones desfavorables para el crecimiento de los organismos en cultivo.

FACTOR	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADA
I	52.4	52.4
II	18.9	71.3
III	9.9	81.2

VARIABLES DEL FACTOR I	VARIABLES DEL FACTOR II	VARIABLES DEL FACTOR III
VOLUMEN OXIGENO DISUELTO TEMPERATURA AMBIENTE CONDUCTIVIDAD pH DUREZA DE CALCIO	AREA BIOXIDO DE CARBONO ALCALINIDAD	VISIBILIDAD PROFUNDIDAD MAX.

TABLA 11. Factores que explican el % de variabilidad limnológica en la Presa Cuautepac.

FITOPLANCTON		ZOOPLANCTON	
VARIABLES	% DE ASOCIACION	VARIABLES	% DE ASOCIACION
TEMPERATURA AMB.	0.9875	FITOPLANCTON	0.7524
CONDUCTIVIDAD	0.7766		
pH	0.7675		
ZOOPLANCTON	0.9566		
CARPA BARRIGONA		CARPA COMUN	
VARIABLES	% DE ASOCIACION	VARIABLES	% DE ASOCIACION
OXIGENO	0.9515	pH	0.7029
pH	0.8168	DUREZA DE CALCIO	0.6849
VOLUMEN	0.7253	OXIGENO	0.6012
DUREZA DE CALCIO	0.6219		
FITOPLANCTON	0.6696		

**TABLA 12. Variables físicas y químicas más asociadas con el comportamiento de las variables biológicas de la Presa Cuautepec.**

## CANTARRANAS:

Del análisis de factor en este sistema se obtuvo que el 82.5% del porcentaje acumulado de la varianza se explica en los tres primeros factores; corresponde al factor I el 52.2% al factor II el 16.4% y al factor III el 13.9% (Tabla 13)

De acuerdo a los valores de cada una de las variables el factor I queda integrado por: El volumen, el área, la profundidad, el pH, la conductividad dureza total y la alcalinidad; el factor II por: La viscosidad y el bióxido de carbono libre; el factor III por: La temperatura ambiente y la dureza al calcio. (Tabla 13).

De los resultados anteriores se establece que en este sistema la dinámica limnológica está determinada al igual que en el sistema Cuauhtepac por los cambios de volumen suscitados en las épocas de concentración y dilución, y esto lleva a una disminución u un aumento de gases, sólidos disueltos, nutrientes y sales disueltas como ya se explicó, quedando en el factor I las variables como: alcalinidad, pH, conductividad y dureza total que constituyen el factor edáfico (Henderson et al., 1973) los cuales al igual que en otros sistemas explican en mayor proporción el comportamiento del sistema Cantarranas (Hernández y Peña, 1992; Arredondo y Flores, 1992).

Posteriormente con las variables del factor I, la longitud patrón, el peso total mensual y las densidades totales de fitoplancton y zooplancton, se efectuaron correlaciones entre pares de variables, para establecer que parámetros del factor I tienen mayor influencia sobre el fitoplancton el zooplancton y posteriormente sobre el peso y la longitud de la carpas común y barrigona (Tabla 14).

En el fitoplancton, las variables que tienen mayor influencia son la dureza total y el pH, ya que como mencionamos

las variaciones de volumen y el acarreo de nutrientes y material orgánico influyen en el pH del sistema; concentrando o diluyendo sales disueltas, lo cual afecta en la proliferación del fitoplancton, este proceso es ayudado también por el origen calcáreo que presentan las rocas y minerales que rodean la cuenca de drenaje de este sistema. Algunas algas utilizan el carbonato de calcio para la formación de caparazones y otras estructuras, así como otras utilizan el silicio que se puede encontrar en solución con estos carbonatos y otros compuestos; de esta manera el pH se desplaza hacia la basicidad lo que influye directamente sobre la abundancia del fitoplancton (Tabla 14).

Para el zooplancton tenemos también a la dureza total y al volumen como variables de mayor influencia, por las cuestiones antes explicadas, en segundo término el pH (Tabla 14), que varía de acuerdo a los procesos provocados por el aumento y disminución del volumen y que provoca un aumento o disminución de alimento y otros compuestos, y al mismo tiempo una variación en los distintos grupos de zooplancton que se encontraron.

En lo que respecta al crecimiento tanto en longitud como en peso para la carpa común, las variables de mayor influencia son la alcalinidad y el pH. En segundo término, las variaciones de volumen y la conductividad, lo que indica que también estos peces se ven influenciados por las variaciones en las concentraciones de los compuestos orgánicos e inorgánicos disueltos en la época de estío y de dilución (Tabla 14).

En el crecimiento en peso y en longitud, para la carpa barrigona, el zooplancton es la variable de mayor influencia ya que es el alimento de más importancia para estos peces dentro del sistema; en segundo término las variaciones del volumen y la conductividad; lo que comprueba que las concentraciones de los distintos compuestos afectan al fitoplancton que es la base de la cadena trófica en los ecosistemas acuáticos (Tabla 14).

FACTOR	PORCENTAJE DE VARIANZA	PORCENTAJE DE VARIANZA ACUMULADA
I	52.2	52.2
II	16.4	68.6
III	13.9	82.5

FACTOR I	FACTOR II	FACTOR III
VOLUMEN AREA PROFUNDIDAD MAX. CONDUCTIVIDAD pH DUREZA TOTAL ALCALINIDAD	VISIBILIDAD BIOXIDO DE CARBONO	TEMPERATURA AMB. DUREZA DE CALCIO

TABLA 13. Factores que explican el % de variabilidad limnológica en la Presa Cantarranas.

FITOPLANCTON		ZOOPLANCTON	
VARIABLES	% DE ASOCIACION	VARIABLES	% DE ASOCIACION
DUREZA TOTAL	0.7982	DUREZA TOTAL	0.9810
AREA	0.7899	VOLUMEN	0.9884
pH	0.7792	pH	0.8518
CARPA BARRIGONA		CARPA COMUN	
VARIABLES	% DE ASOCIACION	VARIABLES	% DE ASOCIACION
ALCALINIDAD	0.9651	ZOOPLANCTON	0.9340
pH	0.9435	VOLUMEN	0.9299
VOLUMEN	0.8304	CONDUCTIVIDAD	0.9803
CONDUCTIVIDAD	0.7212	FITOPLANCTON	0.7899
FITOPLANCTON	0.8248		

TABLA 14. Variables físicas y químicas más asociadas con el comportamiento de las variables biológicas de la Presa Cantarranas.

## CONCLUSIONES

Los sistemas Cuauhtepc y Cantarranas son de forma irregular ya que de acuerdo a los valores de desarrollo de la línea de costa se tiende a perder la forma circular; estos sistemas son de forma alargada con una zona profunda (cerca de la compuerta) y una zona somera o de litoral (en la parte mas alejada a la compuerta) y segun la literatura esto representa a cuerpos de agua productivos.

Los dos sistemas presentan una fase de dilución comprendida de julio a septiembre de 1990 y una fase de concentración de octubre de 1990 a abril de 1991, esto debido a la época de lluvia y estiaje respectivamente; esto incluye a los procesos de dilución y concentración de nutrientes, materia orgánica en suspensión y sales disueltas, así como de gases disueltos (oxígeno y bióxido de carbono presentes), en cada una de las fases. Estas fases (concentración y dilución) las describe Barclay (1966); Cole (1979); Arredondo y García-Calderon (1982); Arredondo y Flores (1992); Hernández y Peña (1992), entre otros y son comunes en este tipo de ecosistemas.

En Cuauhtepc y Cantarranas las fluctuaciones térmicas tuvieron una marcada relación con las variaciones de la temperatura ambiental, concidiendo con lo reportado por Daborn y Clifford (1974), para cuerpos de agua someros. Al mismo tiempo los valores de la temperatura del agua en los dos sistemas se encuentran dentro del intervalo necesario para el desarrollo de las distintas especies de carpas; de 15°C a 22°C en Cuauhtepc y de 13°C a 20.5°C en Cantarranas.

El sistema Cuauhtepc presentó una etapa de mezcla de julio a noviembre de 1990 dentro de la fase de dilución y una etapa de estratificación de enero a abril de 1991 dentro de la fase de concentración. En Cantarranas se presentó una etapa de mezcla de julio a octubre de 1990 dentro de la fase de dilución y una etapa

de estratificación de noviembre de 1990 a abril de 1991 en la fase de concentración.

La baja transparencia en los dos embalses se debió principalmente a la cantidad de material orgánico en suspensión y partículas de arcilla por lo que la productividad de estos embalses se puede reducir en ciertos niveles de turbiedad abiogénica.

Los valores registrados de la alcalinidad, dureza total y por calcio, conductividad y pH se encuentran dentro del intervalo necesario para el crecimiento óptimo de las especies de peces estudiadas en los dos sistemas.

Las variaciones muy marcadas en las densidades de organismos fitoplanctónicos tanto en Cuauhtec como en Cantarranas, están relacionadas con las fluctuaciones de volumen y los cambios de temperatura en los dos sistemas. De las cinco divisiones de fitoplancton encontradas (clorofíceas, cianofíceas, bacilariofíceas, euglenofíceas y pirrofíceas) las clorofíceas fueron las más abundantes y las pirrofíceas la menos abundantes; y de acuerdo a las densidades obtenidas estos sistemas se pueden considerar como moderadamente eutróficos y en ello contribuyen las actividades humanas aledañas a los sistemas, a los cuales se vierten o se acarrean fertilizantes químicos, abonos y desechos de la agricultura, lo que implica un reciclaje de materiales que incrementan la productividad de los sistemas.

Para el zooplancton se encontraron los tres grupos predominantes en aguas dulces (cladóceros, copepodos y rotíferos), en donde predominaron los rotíferos en los dos sistemas; presentándose una sincronía en los tres grupos a lo largo del tiempo de estudio.

En la relación peso-longitud para las carpas común y barrigona tanto en Cuauhtec como en Cantarranas se determinó un

crecimiento de tipo alométrico negativo en donde existe un grado de asociación muy alto entre las dos variables de acuerdo al modelo descrito por las siguientes ecuaciones:

Cuautepec:

$$W = 0.001393 L^{2.73929} \quad (\text{Carpa Común})$$

$$W = 0.008569 L^{2.44214} \quad (\text{Carpa Barrigona})$$

Cantarranas:

$$W = 0.00074923 L^{2.93271} \quad (\text{Carpa Común})$$

$$W = 0.00075302 L^{2.88309} \quad (\text{Carpa Barrigona})$$

De acuerdo a las  $L_{\infty}$  obtenidas teóricamente, las carpas común y barrigona presentaron mayor crecimiento en el sistema Cantarranas que en Cuautepec, tanto en longitud como en peso, según las siguientes ecuaciones:

Cuautepec:

$$L_t = 18.25 (1 - e^{-0.5559(t-0.5768)}) \quad (\text{Carpa común})$$

$$L_t = 18.16 (1 - e^{-0.4788 (t-0.3213)}) \quad (\text{Carpa barrigona})$$

Cantarranas:

$$L_t = 24.76 (1 - e^{-0.4435 (t-0.6165)}) \quad (\text{Carpa común})$$

$$L_t = 23.75 (1 - e^{-0.2066 (t-0.6025)}) \quad (\text{Carpa barrigona})$$

Del análisis de Factor para el sistema Cuauhtepéc se obtuvo que el 81.2% del porcentaje acumulado de la varianza se explica en los tres primeros factores al igual que en el sistema Cantarranas con un 82.5% y de acuerdo a las variables contenidas en cada factor podemos decir que en los dos sistemas la dinámica limnológica está determinada por los cambios de volumen suscitados en la época de dilución y concentración, lo que trae como consecuencia un aumento y una disminución en: nutrientes, gases y sólidos disueltos, sales disueltas y materia orgánica; afectando así, la productividad, el comportamiento térmico y la concentración de  $O_2$  y  $CO_2$ ; cambios que afectan el metabolismo, descomposición y reacciones químicas de todos los organismos dentro de los sistemas.

Los sistemas Cuauhtepéc y Cantarranas en general se consideran como moderadamente eutróficos y se mantienen en ese estado ya que no pueden compensar el proceso debido a que son someros y tienen una estrecha relación con el sedimento; además, reciben en forma constante el aporte de nutrimentos procedentes de la cuenca de captación, donde se efectúan actividades agrícolas o bien se depositan excretas de animales que ocurren a abreviar a estos sistemas.

En términos generales se concluye que de acuerdo a las características químicas, físicas y biológicas que presentaron los sistemas Cuautepec y Cantarranas en este estudio, se consideran como óptimos para la producción de ciprinidos y por lo tanto se convierten en una buena alternativa para el desarrollo económico de la localidad ya que se producen fuentes de trabajo y actividades complementarias a las agropecuarias y lo más importante, es que se produce alimento con un alto valor nutritivo y de bajo costo para las poblaciones locales.

## B I B L I O G R A F I A

- APHA AWWA and WPCF, (1980). STANDAR METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER WASWATER. 15<sup>a</sup>ed. American Public Health Association, Washington. 874 pág.
- ARMENGOL, J. (1982). ECOLOGIA DEL ZOOPLANCATON DE LOS EMBALSES. Mundo Científico (Le Recherche). 2(11):168-178 pág.
- ARREDONDO, F J.L. (1982). ECOLOGIA DEL ZOOPLANCION DE LOS EMBALSES. Mundo Científico (Le recherche) 2 (11): 168-178 pp.
- ARREDONDO, F.J.L. Y GARCIA C. (1982). LA CONDUCTA FISICOQUIMICA Y EL RENDIMIENTO PESQUERO DE UN ESTANQUE TEMPORAL TROPICAL UTILIZADO PARA LA PISCICULTURA EXTENSIVA EN EL ESTADO DE MORELOS, MEXICO. Rev. Lat. Acuicultura (12); 6-13 pp.
- ARREDONDO, F.J.L. (1983). ESPECIES ANIMALES ACUATICAS DE IMPORTANCIA NUTRICIONAL, INTRODUCIDOS EN MEXICO. Inst. Nacional de Investigaciones sobre recursos bióticos; Xalapa, Ver. Mexico. 8(2): 25 pag.
- ARREDONDO, F J.L. Y J.T.P.PONCE (1986). APORTE AL CONOCIMIENTO LIMNOLOGICO DE UN EMBALSE TEMPORAL TROPICAL POR MEDIO DE LA APLICACION DE MODELOS MULTIVARIADOS. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M. México, 47-66 pp.
- ARREDONDO, F J.L. (1986). PISCICULTURA. BREVE DESCRIPCION DE LOS CRITERIOS Y TECNICAS PARA EL MANEJO DE LA CALIDAD DE AGUA EN ESTANQUES DE PISCICULTURA INTENSIVA. Secretaría de Pesca. México: 182 pág.

- ARREDONDO, F.J.L. Y FLORES, N.A. (1992). CARACTERISTICAS LIMNOLOGICAS DE PEQUEÑOS EMBLASES EPICONTINENTALES. SU USO Y MANEJO EN LA ACUICULTURA. Hidrobiología Vol. 3/4, 1992.
- BARCLAY, M.H. (1966). AN ECOLOGICAL STUDY OF TEMPORARY NEAR AUCKLAND, NEW ZEALAND. Aust. J. Mar. Freshwat. Rev-17:239-258.
- BARNES, R.D. (1981). ZOOLOGIA DE LOS INVERTEBRADOS, Ed Interamericana 3ra. Edición, México, 826 pp.
- BISHOP, J.A. (1974). THE FAUNA OF TEMPORARY RAIN POOLS IN EASTERN NEW SOUTH WALES. Hidrobiología 44; 319-323 pp.
- BOYD, C.E. (1982). MANAGING WATER QUALITY IN CHANNEL CATFISH PONDS. Soil and Water Conservation 37(4):207-209.
- CASTREJON, L., (1982). ESTUDIO HIDROBIOLOGICO DE LAS CHARCAS TEMPORALES DE APANCINGO, MORELOS, MEXICO, Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM. (Tesis Profesional).
- CASTREJON, L., (1984). ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS HIDROBIOLOGICAS DEL BORDO SEMITEMPORAL "CERRO DE LA ERA", EN EL ESTADO DE MORELOS, MEXICO. Investigación Acuicola, Area de Hidrobiología, U.N.E.M. México. 32-43 pp.
- CERVANTES, S.A. (1988). MANUAL DE TECNICAS BASICAS PARA EL ANALISIS DE AMBIENTES ACUATICOS. 7mo. Biología E.N.E.F. Zaragoza U.N.A.M. México. pp. 106
- COLE, G.A. (1975). TEXTBOOK OF LIMNOLOGY. The C.U. Mosby Company, Sant Louis. 426 pp.

- CORTES, A.R. (1976). ESTIMACION DEL RENDIMIENTO POTENCIAL PISCICOLA DEL ESTADO DE AGUASCALIENTES. Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna acuática. Serie Técnica No.5
- COX, N. Y YOUNG, J.C. (1974). SOME OBSERVATIONS ON TWO POPULACIONES *Davellia viridis* LIVING IN TEMPORARY POOLS IN ENGLAND. Hidrobiología 44:161-170 pp.
- CUADRAS, C.M. (1981). METODOS DE ANALISIS MULTIVARIANTE. Ed. Eunibar, Barcelona, 639 pag.
- DABORN, C.R. AND M.F. CLIFFORD. (1979). PHISICAL AND CHEMICAL FACTURES OF AND ESTIVA IN WESTERN CANADA. Hidrobiología 44(1): 43-59 pág.
- DE LA LANZA, E.G. (1990). ALGUNOS CONCEPTOS SOBRE HIDROLOGIA Y CALIDAD DEL AGUA. In: De la Lanza Espino, G. y J.L. Arredondo Figueroa M. (comps.). La acuicultura en Mexico: De los Conceptos a la Producción. Publicaciones del Instituto de Biología U.N.A.M., 155-199.
- EHRHARDT, N.M. (1981). CURSO SOBRE METODOS E DINAMICA DE POBLACIONES DE PECES. FAO-INP., México, 133 pág.
- EVERHART, W.H. AND W.A. YOUNGS. (1981). PRINCIPLES OF FISHERY SCIENCE, 2ª ed. Cornell University Press, New York, 349 pág.
- GALLARDO, C.M. (1986). ANALISIS DE LAS FRECUENCIAS DE TALLAS POR MEDIO DE LOS MEJODOS DE PETERSEN, CASSIE, BHATTACHARYA. PARA LA DETERMINACION DE LA EDAD DE LA BROTOLOA *phicis blempides* (BRUNNICH, 1768) EN EL MEDITERRANEO OCCIDENTAL. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología U.N.A.M. Mexico 13(12): 187-196 pag.

- GARCIA, E. (1973). MODIFICACION AL SISTEMA DE CLASIFICACION CLIMATICA DE KOPPEN. Instituto de Geografia U.N.A.M., México, 246 pp.
- GARCIA, E.M. (1977). CONDICIONES FISICO - QUIMICAS Y SU RELACION CO EL CRECIMIENTO DE LAS CARPAS EN 2 EMBALSES TEMPORALES DE GUANAJUATO, México. 1er. Simposio de la Asociación Latinoamericana de Acuicultura, Maracay, Venezuela. pp. 11
- GONZALEZ, I.A. (1988). EL PLANCTON DE LAS AGUAS CONTINENTALES, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Prog. Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Washington, D.C. 130 pp.
- GULLAND, J.A. (1966). METODOS DE ANALISIS DE POBLACIONES DE PECES, FAO-ONU, 193 pág.
- HUTCHINSON, E.G. (1975). A TREATISE O LIMNOLOGY, Geography and Physics of Lakes. John Wiley and Sons, ew Yord, 1 (1): 137 pág.
- HERNANDEZ A.J.S. Y PERA M.B. (1992). RENDIMIENTOS PISCICOLAS EN DOS BORDOS SEMI-PERMANENTES EN EL ESTADO DE MORELOS, MEXICO. Hidrobiología Vol. 3/4, 1992.
- INEGI. (1991). ANUARIO ESTADISTICO DEL ESTADO DE HIDALGO, Gobierno del Estado de Hidalgo, Mexico. 212 pp.
- JUAREZ, P.J.R. Y G.G. PALOMO, (1987). LA ACUICULTURA EN MEXICO: ANTECEDENTES Y DESARROLLO ALCANZADO HASTA 1982. U.N.A.M. México. pp. 37-90
- KENK, R. (1949). THE ANIMAL LIFE OF TEMPORARY AND PERMANENT FONDS IN SOUTHERN MICHIGAN. Misc. Publis. Mus. Zool. Univ. Mich (71):1-66 pp.

- LEWIS, W.M. (1983). A REVISED CLASSIFICATION OF LAKES BASED ON MIXING. Can J. Fish Aquat., sdi 40:1779-1787 pág.
- MARGALEF, R. (1982). LIMNOLOGIA. Omega, Barcelona 114-189 pág.
- MARGALEF, R. (1983). LIMNOLOGIA. Omega, Barcelona 114-189 pág.
- MARQUEZ, C.M.J. (1988). PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA LAS CIENCIAS QUIMICO BIOLÓGICAS. U.N.A.M, E.N.E.P. ZARAGOZA, México, 657 pp.
- MOYA, R. (1972). LA RIQUEZA DEL CHARCO. Técnica Pesquera No. 23, México. pp.
- MOZLEY, A. (1932). a biological study of a temporaty ponds in Western Canada. Am. Nat. 66: 236-249 pp.
- MOORE, W.G. Y BURN, A. (1968). LETAL OXIGEN THRESHOLD FOR CERTAIN TEMPORARY POND INVERTEBRATE AND THEIR APPLICABILITY TO FIELD STUDY SITUATION. Ecology 49:349-351 pp.
- MURRAY, J. (1911). THE ANNUAL HISTORY OF A PERIODIC POND. INT. REVUE. GES. Hydrobiol. Hydrogr. 4:300-310
- NEEDHAM, J.G. Y P.R. NEEDHAM. (1978). LOS SERES VIVOS DE LAS AGUAS DULCES, Ed.Reverte, S.A. Madrid, 131 pp.
- ODUM, E.F. (1981). ECOLOGIA. 3A. Edición. Interamericana, México. 639 pp.
- ORTEGA, M.M. (1984). CATALOGO DE ALGAS CONTINENTALES RECIENTES EN MEXICO. Instituto de Biología. U.N.A.M. México, 567 pp.

- PAULY, R., (1984). FISH POPULATION DINAMICS IN TROPICAL WATER: A MAUAL FOR USE WITH PROGRAMABLE CALCULATOR, International Center for Living Aquatic Resources Managment. ICLARM, Estudios ad Reviews, Manila Philipinas, 179 pág.
- PILLADO, P.L. (1982). CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE ALGUNOS CRUSTACEOS (COPEPODA-CLADOCERA) DE LA PRESA "PALO BLANCO", MORELOS, MEXICO, Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM. (Tesis Profesional).
- PIÑA, R., (1975). LOS CHARCOS COMO CRIADEROS, Técnica Pesquera 93-94 año VIII, México. pp
- PONCE, J.J. Y ROBLEDO. (1982). VARIACION ESTACIONAL Y ABUNDANCIA FITOPLANCTONICA DE LOS BORDOS "SANTA CRUZ", "LOS LAVADEROS", "CHALCATZINGO", "EL MOVIL", EN EN EDO. DE MORELOS, MEXICO. Tesis E.N.E.P. Iztacala.
- PORRAS, D., (1981). ESTUDIO PRELIMINAR PARA LA EVALUACION DE CHARCOS TEMPORALES, Revista Lat. de Acuicultura No.9, México.
- PROGRAMA DE GOBIERNO 1981-1987, (1988). LOS MUNICIPIOS DE HIDALGO. "CONOCIMIENTO DE LA NATURALEZA PARA SU TRANSFORMACION", Colección Enciclopedia de los municipios de México. pp. 48-6
- ROSAS, M.M. (1973). BILOGIA ACUATICA Y PISCICULTURA EN MEXICO, 377 PP.
- ROSAS, M.M. (1976). EXPLUTACION PISCICOLA DE CHARCOS TEMPORALES Y PERMANENTES EN EL ESTADO DE MICHOACAN, I.P.N. México, 377 PP.

- RZOSKA, J. (1961). OBSERVATIONS ON TROPICAL RAINPOOL AN GENERAL REMARKS EN TEMPORARY WATERS. Hydrobiology 17 (4) 265-286 pp.
- SALGADO, U.I.H. (1985). ALGUNOS ASPECTOS BIOLÓGICOS DEL BAGRE, *Arius melanopus* Gunther (OSTEICHTHYES: ARIIDAE) EN EL SISTEMA LAGUNAR DE TAMPAMACHOCO, VERACRUZ. Tesis profesional, U.N.A.M. E.N.E.P. ZARAGOZA, Mexico, 108 pp.
- SALGADO, U.I.H. (1990). EL ANALISIS EXPLORATORIO DE DATOS EN LAS POBLACIONES DE PECES, FUNDAMENTOS Y APLICACIONES. U.N.A.M. E.N.E.P. ZARAGOZA, Mexico, 112 pp.
- SCHOWDERBEL, J. (1975). MÉTODOS DE HIDROBIOLOGÍA. Ed. Blume, Ediciones Barcelona. 262 PP.
- SECRETARÍA DE PESCA. (1986). PISCICULTURA DE AGUA DULCE: MANUAL-RECETARIO BAGRE-CARPA-TILAPIA-TRUCHA. 1a. Edición, México, pp.
- SECRETARÍA DE PESCA. (1990). PROGRAMA OPERATIVO 1990, Delegación Federal en el Estado de Hidalgo, México.
- SEP, (1989). HIDALGO, ENTRE SELVAL Y MILPAS. Monografía Estatal, México. 283 pp.
- TELLEZ, C.O. MOOTE. (1982). EL ZOOPLANCTON Y SU PAPEL EN LA PISCICULTURA. Revista Latinoamericana de Acuicultura 12 1-28 pp.
- VIVEROS, M. (1982). PROSPECCION HIDROBIOLOGICA DE LA PRESA "EMILIANO ZAPATA", MORELOS, MEXICO. Escuela de Ciencias Biológicas, UAEM. (Tesis Profesional).

YARON, Z. (1964) NOTES ON THE ECOLOGY AND ETOMOSTRACA FAUNA OF TEMPORARY RAINPOOLS IN ISRAEL. Hydrobiology 24:485 513 pp.

WEATHERLEY, A.H. AND GILL, H.S. (1987). THE BIOLOGY OF FISH GROWTH. Academic press Ontario, Toront, Canada. 293 pp.

WELCH, P.S. (1952). LIMNOLOGY. Blakiston Co., Philadelphia, 583 pag.

WETZEL, R.G. (1975). LIMNOLOGY. Saunder, Filadelfia, Penn, 743 pp.

WETZEL, R.G. (1981). LIMNOLOGIA. Omega, Barcelona, 679 pp.